

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten

(Direktor: Professor Dr. F. JUNG)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Der Einfluß unterschiedlicher Kunststoffplatten
auf die Temperatur der Gaumenschleimhaut

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Hans Dieter JUNG
Zahnarzt aus Ludwigshafen/Rh.

Mainz 1968

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten

(Direktor: Professor Dr. F. JUNG)

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Der Einfluß unterschiedlicher Kunststoffplatten
auf die Temperatur der Gaumenschleimhaut

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Hans Dieter JUNG
Zahnarzt aus Ludwigshafen/Rh.
Mainz 1968



Dekan: Professor Dr. Dr. G. THEWS

Referent: Privatdozent Dr. K. FUHR

Korreferent: Professor Dr. F. JUNG

Übersicht

=====

Seite:

I.	EINLEITUNG : Die Bedeutung der Temperatur-	
	messung in der Medizin und Problemstellung ..	4
II.	THEORETISCHER UND LITERARISCHER TEIL :	8
	a. "Prothesenstomatitis"	8
	b. Wärmehaushalt und Hauttemperatur	16
	c. Problematik der Temperaturmessung	23
	d. Verschiedene Meßmethoden	28
	e. Anatomische und physiologische Verhältnisse	
	am Gaumen	34
III.	EXPERIMENTELLER TEIL :	41
	a. Beschreibung der Meßapparatur	41
	b. Herstellung der Gaumenplatten	43
	c. Versuchsanordnung	45
	d. Meßergebnisse	52
	e. Statistische Auswertung der Ergebnisse	61
IV.	DISKUSSION	74
V.	ZUSAMMENFASSUNG	82
VI.	SCHRIFTTUM	85

LEBENS LAUF

I. EINLEITUNG

Die Prüfung der Hautwärme gehört zu den ältesten und bedeutungsvollsten Methoden der ärztlichen Untersuchung. Vor Einführung der Thermometrie war man auf das Befühlen der Körperoberfläche angewiesen, wenn man sich über das Vorhandensein von Fieber oder über die Temperaturverhältnisse des Körpers ein Urteil bilden wollte.

Der Engländer DAVY (3) hat sich als erster im Jahre 1814 mit Messungen der Hauttemperatur befaßt. In Deutschland hat BÄRENSPRUNG (1) 1851-1852 die Hautwärme beim Menschen bestimmt und zwar zur Lösung der verschiedensten Fragen auf dem Gebiet der Physiologie, der experimentellen Pharmakologie sowie der Hygiene.

Die Hauttemperatur wird oft als diagnostisches Hilfsmittel eingesetzt. Örtliche Temperatursteigerungen der Haut lassen sich nämlich über entzündeten Körperstellen oder Abszessen nachweisen, aber ebenso, wenn aus anderen Gründen der lokale Stoffwechsel gesteigert ist. Bezirke mit herabgesetzter Temperatur liegen über Ansammlungen von inaktiver Flüssigkeit (Zysten), über Fett und über totem, absterbendem oder gefäßlosem Gewebe (WILLIAMS, 41).

Viele Erkrankungen sind mit Veränderungen der Durchblutung verbunden; hier kann die Temperatur als Maßstab für ausreichende Blutzufuhr gewertet werden (WILLIAMS, 41). Weiter läßt sich die Wirkung von therapeutischen Maßnah-

men - z.B. Anwendung gefäßaktiver Pharmaka und Hormone, physikalische Therapie - durch Beobachtung und Registrierung der Hauttemperatur verfolgen.

In der vorliegenden Arbeit soll die Schleimhauttemperatur unter Kunststoffplatten untersucht werden, um den Einfluß dieser Platten auf die Gaumenschleimhaut zu ersehen.

Die Angaben in der Literatur über Temperaturveränderungen der Gaumenschleimhaut sind unterschiedlich. So beschreiben HENTZE (14), WANNENMACHER (40) und NYQUIST (24) Wärmestauungen unter Prothesen. LANGER (21) berichtet über experimentell erzeugte Temperaturerhöhungen von 40° - 60° C. Dagegen konnten VAN THIEL und KLÖTZER (38) unter Kunststoffprothesen sowohl Temperaturanstiege als auch Temperaturerniedrigungen feststellen. VIRTANEN und HOLMBERG (39) fanden keine Wärmestauung; nach ihren Untersuchungen überschreitet die Temperatur unter Prothesen nicht die Sublingualtemperatur, die etwa der Körpertemperatur gleichgesetzt werden kann.

Ähnlich unterschiedliche Angaben finden sich über die Temperaturen der unbedeckten Gaumenschleimhaut.

Die Ergebnisse der verschiedenen Autoren stützen sich auf klinische Beobachtungen und thermische Messungen, wobei Unterschiede in apparativer und methodischer Hinsicht die differierenden Ergebnisse erklären könnten. So wurde einmal die Temperatur der Gaumenschleimhaut im Vergleich zur allgemeinen Körpertemperatur gemessen, zum anderen wur-

de nur die Temperatur der Gaumenschleimhaut unter Prothesen ohne gleichzeitig vorgenommene Vergleichs- oder Bezugsmessung angegeben. Auch finden sich in vielen Untersuchungsberichten weder Hinweise, ob die Temperatur der Gaumenschleimhaut der Probanden bei geschlossenem oder offenem Mund gemessen wurde, noch sind Dimensions- oder Materialunterschiede der Kunststoffplatten angeführt. Ebenso fehlen sowohl Angaben über die jeweilige Maßdauer wie Werte über mögliche physiologische Temperaturschwankungen der Gaumenschleimhaut ohne Bedeckung durch Kunststoffplatten.

Die in vorliegender Arbeit durchgeführten Untersuchungen sollen zunächst die Frage diskutieren, ob bei ein und demselben Probanden Temperaturunterschiede an der unbedeckten Gaumenschleimhaut bestehen.

Die Kunststoffplatten, unter denen die Temperatur gemessen wurde, hatten einige gemeinsame Konstruktionsmerkmale. Um mögliche materialbedingte Einflüsse auf die Temperaturen auszuschließen, wurden jeweils Platten aus verschiedenen Kunststoffen, nach unterschiedlicher Bearbeitung und verschiedener Dimension verwendet.

Die Temperaturverhältnisse unter Prothesen sind insofern von Bedeutung, als einzelne Autoren (HENTZE, 14; WANNENMACHER, 40; NYQUIST, 24) eine Wärmestauung oder eine Temperatursteigerung unter der Prothese für eine Irritation der Gaumenschleimhaut und bestimmte subjektive Empfin-

dungen, wie zum Beispiel ein brennendes Gefühl, verantwortlich machen. Aber nicht nur eine Temperaturerhöhung kann zu einer Veränderung der Gaumenschleimhaut führen, sondern es gibt noch eine große Anzahl anderer Faktoren, die die Schleimhaut beeinflussen. So können rein mechanische Faktoren, das Prothesenmaterial, allergische Reaktionen, hormonelle Einflüsse und Allgemeinerkrankungen zu einer "Prothesenstomatitis" führen, wie später beschrieben wird.

II. THEORETISCHER UND LITERARISCHER TEIL

a) "Prothesenstomatitis"

Mit der Eingliederung von Zahnprothesen können Schleimhautreizungen und Schleimhautsensationen mit und ohne objektiven Befund auftreten. Bedenkt man, daß die Prothese sich harmonisch in ein Restgebiß oder in eine zahnlose Mundhöhle einfügen soll, daß eine Adaptation bezüglich der Schleimhaut, der Weichteile, der Alveolarfortsätze, der Kiefer, des Kiefergelenkes und der Muskulatur erreicht werden soll, so erkennt man die Probleme, die sich hieraus für den Zahnarzt ergeben. Hierzu kommen noch psychologische Faktoren, die den prothetischen Erfolg gefährden können (WANNENMACHER, 40).

Doch auch für den Patienten stellen sich mehr oder minder große Schwierigkeiten ein: Das Kauen muß neu erlernt werden, da der Tastsinn der Zähne verlorenging. "Unter Leitung des Bewußtseins wird versucht, mit der alten gebahnten Motorik zu kauen, wobei die Tiefensensibilität der Kau- und Wangenmuskulatur verstärkt herangezogen wird, um langsam zu einem reflektorischen Ablauf der Kaubewegung zu gelangen" (4, S. 475).

In vielen Fällen klagen Patienten nach der Eingliederung einer Oberkieferprothese mit Gaumenplatte über Geschmacksbeeinträchtigung, in einigen Fällen sogar Geschmacks-

verlust, was sie auf die Gaumenplatte zurückführen. Doch meist kehrt der Geschmack nach einer individuell verschiedenen Latenzzeit mehr oder weniger zur Norm zurück.

Neben den funktionellen oder biomechanischen Leistungen der Prothese müssen aber auch die möglicherweise negativen Einflüsse der Prothese erwähnt werden. Für dieses Krankheitsbild wurde in der zahnärztlichen Literatur der umstrittene Begriff "Stomatitis prothetica" geprägt. Als Ursache kommen in Frage:

A. Exogene Faktoren:

1. Traumatisierende (mechanische) Faktoren:

Eine grobe mechanische Reizwirkung, wie Druck der Prothese, mangelhafte Paßgenauigkeit, Gummisauger, schwere Artikulationsfehler usw. stellte WANNENMACHER (40) in 132 Fällen (- 10,5 % bei 1248 untersuchten Kunststoffprothesenträgern) fest, im Gegensatz zu LANGER (21), der sogar 30 % als traumatisch bedingt fand. Schon bei Überempfindlichkeit des Tegumentes gegen den Prothesenreiz treten entzündliche Alterationen auf. Die Schleimhaut erscheint dann "im Bereich des Ersatzes mehr oder weniger stark gerötet, zuweilen mit Petechien übersät. Sie zeigt sich trocken, geschrumpft und mattseiden glänzend, bei verstärktem Speichelfluß aber auch spiegelnd, glatt oder schwammartig gequollen und von bis zu stecknadelkopfgroßen Papillen be-

deckt. Der objektive Befund kann ohne subjektive Beschwerden bleiben. Es werden jedoch auch unangenehme Sensationen mitgeteilt, wie schmerzhaftes Brennen, Hitzegefühl, Sensibilitätsstörungen und Sekretionsanomalien" (15, S. 322).

Die exogenen, durch die Prothese ausgelösten Erscheinungen können auch durch unphysiologische Belastungen, wie durch Knirschen und Pressen, verursacht werden. Hier wird die Prothese zum zweckentfremdeten Werkzeug einer übernerösen Kaumuskulatur.

2. Stoffliche Einflüsse:

Verschiedene Bestandteile der Kunststoffe können zu einer "Prothesenstomatitis" führen. Vor allem durch aminhaltige Monomere kann es zu einer Verätzung der Mucosa kommen. Diese Schleimhautnekrose zeigt sich - je nach Monomermenge und Wirkungsdauer - in einer teilweisen oder völligen Epithelzerstörung, eventuell mit Geschwürbildung. Diese Monomerwirkung, die durch unvollständige Polymerisation zustande kommt, läßt sich aber nicht nur bei im Mund kaltpolymerisierenden Kunststoffen feststellen, sondern auch bei frisch eingesetzten Prothesen und Kunststoffkronen, die außerhalb des Mundes polymerisiert wurden (WANNENMACHER, 46). Das freie Monomer stellt ein stark wirksames Zellgift dar. Dieser Residualstoff kann aber durch eine geeignete Verarbeitung - richtiges Mischverhältnis der einzelnen Kunststoffbestandteile, Langzeitpolymerisation - bis auf

0,2 % herabgesetzt werden (LANGER, 21). LANGER (21) gibt den schädlichen Monomer-Einfluß auf die Schleimhaut mit 10 % seiner untersuchten Fälle an. UHLIG (37), der einen Restmonomergehalt von 0,3 - 0,94 % und in kaltpolymerisiertem Material sogar 2,5 - 5 % nachgewiesen hat, mißt dem Monomerrest keine so große schädliche Wirkung bei; nach WING und HUPFANG (19) spielen chemische Noxen zahlenmäßig eine untergeordnete Rolle.

3. Wärmestauung:

"Nicht selten klagen Prothesenträger, vor allem mit Kunststoffplatten im Oberkiefer, über ein unangenehmes Wärmegefühl an der Schleimhaut, das sich bis zum Brennen der Schleimhaut steigern kann. In diesen Fällen beschränkt sich das Schleimhautbrennen nur auf die Gaumenschleimhaut und fehlt völlig an der Zunge und an der übrigen Schleimhaut, so daß Restmonomerwirkung oder allergische Effekte ausschalten sind. Im prothesenbedeckten Unterkiefer treten diese Beschwerden nur selten auf. Dies scheint darauf zurückzuführen zu sein, daß die Prothesen im Unterkiefer der Schleimhaut nicht so dicht aufliegen wie im Oberkiefer, keine so großen Mukosaflächen bedeckt sind" (40, S. 102) und die Schleimhaut des Gaumens, besonders in der Gegend der letzten Molaren, sehr wärmeempfindlich ist (HENSEL, 13). Oft steigert sich bei diesen Prothesenträgern das brennende Gefühl bei hoher Außentemperatur und läßt nach,

wenn die Mundhöhle - zum Beispiel durch kalte Getränke - abgekühlt wird oder die Prothese auch nur für kurze Zeit entfernt wird. Eine Monomervirkung und allergische Erscheinungen lassen sich ausschließen, da diese nicht so schnell abklingen würden (WANNENMACHER, 40).

Die Gaumenschleimhaut ist bei der Wärmestauung, die WANNENMACHER (40) festgestellt hat, gerötet und regelmäßig ödematös. Diese Schleimhautveränderungen, die nur im Bereich der Prothesenbasis auftreten, klingen innerhalb weniger Tage ab, wenn die Prothese nicht mehr getragen wird. Wird die Prothese aber trotz der Beschwerden weiterhin getragen, so erfordert das Abklingen der Beschwerden oft mehrere Wochen (WANNENMACHER, 40).

Bei Prothesen aus sehr schlecht wärmeleitendem Material - wie z.B. Kautschuk - kommt es nach HENTZE (14) stets zu Wärmestauungen unter den Platten, welche zur Erweiterung der Blutgefäße, Quellung und Desquamation der äußersten Zellschichten führen.

JUNG und HUPFAUF (19) berichten, daß Mundatmer oft darüber klagen, daß Metallplatten zu kalt seien. Kunststoffplatten werden dagegen als wärmer empfunden.

B. Endogene Faktoren:

1. Allergie:

"Allergische Kontaktwirkungen können durch die von der Industrie benutzten Beschleuniger, Antioxydantien, Aktiva-

toren und Farbstoffe entstehen. Die chemischen Substanzen, welche in den Prothesenkunststoffen enthalten sind, wie Methacrylsäure, Polyamide, Äthylenoxydderivate, Selidol usw., sind nicht darauf geprüft, inwieweit sie allergische Reaktionen provozieren können" (40, S. 101). Mit einem Hauttest läßt sich eine Allergie feststellen: Ein Brei aus Feilspänen der Kunststoffprothese und aus Speichel des Patienten wird hergestellt und für 24 Stunden auf die Haut der Armbeuge mit einem Pflaster gebracht. Ist die Prothese nicht zu groß, so kann man sie auch mit Hilfe von Heftpflaster auf der Haut befestigen.

Auch hälftiges Belegen der Basiskontaktfläche der Prothese mit Metallfolie aus Zinn oder Blattgold kann zeigen, ob und inwieweit Kontaktalterationen durch Kunststoff vorliegen. Eine echte Kunststoffallergie ist nach WANNEN-MACHER (40) sehr selten (2 oder 3 von 1000 Fällen).

Zum Nachweis der allergischen Reaktion wendet LANGER (21) das Phänomen der Histamin-Opexie an: "Im Blutserum von Nichtallergikern befinden sich Proteine, welche die kontrahierende Wirkung von Histaminen auf den isolierten Meerschweinchendarm um 20 - 25 % herabsetzen können. Allergischen Individuen dagegen fehlt die Eigenschaft dieser Histamin-Opexie und dieses Verhalten kann somit als Zeichen des "allergischen Terrains" angesprochen werden" (21, S. 851). Dieser Nachweis ist sicherer als andere Verfahren, bei denen eine Verminderung der Thrombocyten- und

Leukocytenwerte festgestellt werden.

2. Die übrigen durch individuelle Dispositionen bedingten Faktoren:

- a. Hormonelle Einflüsse, wie Pubertät, Menses, Gravidität und Klimakterium. REITHER (32) mißt dem Hormonhaushalt eine große Bedeutung zu; nach seinem Urteil sind 85-90 % aller Patienten mit "Prothesenstomatitis" Frauen, von denen wiederum 60-70 % in der Menopause sind.
- b. Stoffwechselstörungen wie Diabetes mellitus und Krankheiten des Verdauungsapparates, wie Gastritis, Achylia gastrica, Enteritis, chronische Colitis, Dyspepsie usw. (REITHER, 32).
- c. Mundflora-Änderung: In manchen Fällen werden Reizerscheinungen auch durch eine quantitative und qualitative Veränderung der Mundflora hervorgerufen. Es liegt meist eine mangelhafte Prothesenhygiene vor, wobei der korrodierte Kunststoff in seinen Poren eine Keim-anreicherung zeigt.
- d. Blutkrankheiten jeder Art, wie Anämien, Leukämien usw.
- e. Durchblutungsstörungen bei Kreislaufkrankheiten.
HENTZE (14) konnte bei 164 Patienten mit "Prothesenstomatitis" gleichzeitig eine Arteriosklerose feststellen. LANGER (21) nimmt an, daß "der intermittierende Druck der Platte bei gleichzeitigem Vorliegen degene-

rativer Veränderungen zu einer relativ langdauernden Störung der Blutzufuhr in den terminalen Strombahnen führt" (21, S. 851). Wird die Prothese nicht mehr getragen, tritt eine Besserung ein; diese Erscheinung läßt sich als Folge einer peripheren Durchblutungsstörung erklären (LANGER, 21).

- f. Xerostomie: Tritt fast nur bei älteren Personen aufgrund von Magenkatarrhen, Schrumpfnieren, Polyurie, akuten Flüssigkeitsverlusten, profusen Diarrhoen, Cholera, Hysterie, Mikulicz'schen Erkrankungen usw. auf. Die Xerostomie fördert die Entwicklung der Mundbakterien und vermindert den Turgor der Schleimhaut (HENTZE, 14).

b) Wärmehaushalt und Hauttemperatur

Zur Problematik der Hauttemperaturmessung sollen hier einige physiologische Ausführungen vorausgeschickt werden.

Die Körpertemperatur des Menschen wird durch laufende Wärmebildung und Wärmeabgabe möglichst konstant gehalten. Es findet somit ein dauernder Wärmestrom vom Inneren des Organismus nach außen statt, da die äußeren Teile des Körpers, vor allem die Haut, Wärme ausstrahlen. Man unterscheidet demnach einen homöothermen Körperkern von der Körperschale, die mehr oder weniger die Schwankungen der Außentemperatur mitmacht. Im Körperkern, der von Rumpf und Kopf gebildet wird, wird das Blut erwärmt; in der Schale kommt es wieder zur Abkühlung des Blutes. Die Körpertemperatur, im allgemeinen wird hier die Rectaltemperatur angegeben, zeigt regelmäßige Tagesschwankungen. Die Temperatur ist am Nachmittag am höchsten und erreicht ihren niedrigsten Wert in den frühen Morgenstunden (s. Abb.1).

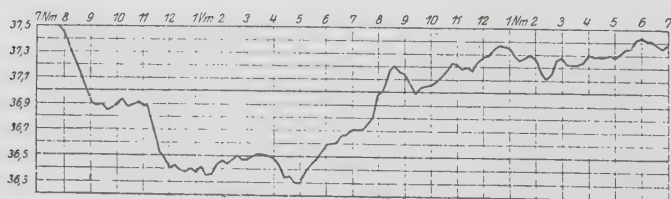


Abb.1. Schwankungen der Körpertemperatur eines gesunden Menschen innerhalb 24 Stunden (REIN, S. 153).

Neben diesen Tagesrhythmen finden sich Rhythmen mit längerer Periodendauer, vor allem bei der Frau unter dem Einfluß der Progesteronbildung (REIN, SCHNEIDER, 31).

Es läßt sich für die Körpertemperatur eine Wärmebilanz aufstellen. Um Schwankungen der Temperatur zu vermeiden, muß im stationären Zustand die Wärmeabgabe genau der Wärmebildung entsprechen. Alle Regulationen, die mit der Änderung der Wärmebildung einhergehen, werden unter dem Begriff der chemischen Temperaturregulation zusammengefaßt. Die Orte dieser vermehrten Wärmebildung sind die Leber und besonders die Skelettmuskulatur. Die vermehrte Wärmebildung setzt ein, wenn die Einschränkung der Wärmeabgabe nicht mehr ausreicht. Steigt die Umgebungstemperatur, wird die Wärmebildung eingeschränkt und die Wärmeabgabe (durch Leitung¹, Konvektion², Strahlung³ und Verdunstung) gesteigert (REIN, SCHNEIDER, 31).

Die Wärmeverluste werden auch durch die Wärmeleitfähigkeit⁴ der Umgebung bestimmt. Die Kunststoffplatten, unter denen die Temperatur gemessen werden soll, sind sehr schlechte Wärmeleiter. Es wäre also zu erwarten, daß es durch die eingeschränkte Wärmeabgabe zur lokalen Temperaturerhöhung⁵ oder Wärmestauung⁶ kommt.

¹ Wärmeabgabe an die unmittelbare Umgebung, also Luft, Wasser usw.

² Wärmeabgabe durch vorbeistreichende Luft usw.; sie kommt erst außerhalb der die Haut umgebenden Luftschicht zustande.

³ Wärmetransport zwischen zwei Oberflächen ohne physikalischen Kontakt.

⁴ Die Wärmeleitfähigkeit λ wird als diejenige Wärmemenge (cal) definiert, die in 1 sec. durch eine ebene Platte in 1 cm² Fläche und in 1 cm Dicke fließt, wenn zwischen beiden Plattenoberflächen eine Temperaturdifferenz von 1°C aufrecht erhalten wird.

⁵ Temperaturanstieg bis zur Bluttemperatur.

⁶ Temperaturanstieg über die Bluttemperatur.

Von größtem Einfluß auf die abgegebene Wärmemenge ist die Durchblutung der Haut. Durch Herabsetzen der Hautdurchblutung kann die Wärmeabgabe stark eingeschränkt, durch Erweitern der Hautgefäße und Beschleunigung des Blutstromes kann sie beträchtlich gesteigert werden.

Die Haut ist durch das subkutane Fettgewebe ein guter Wärmeisolator, der durch den Massentransport warmen Blutes durchbrochen wird. Fette Menschen haben im allgemeinen eine niedrigere Hauttemperatur als magere, da ja das Fett als Isolierschicht wirkt (COBET, 2). Es ist also bei den Messungen am Gaumen darauf zu achten, in welchen Gewebzonen die Messungen vorgenommen werden und welche Durchblutungsverhältnisse dort herrschen.

Der Wärmetransport ist nicht von der statischen Blutfülle, sondern von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig; so deutet eine Rötung der Haut nicht sicher auf eine Steigerung der Durchblutungsgeschwindigkeit hin (PFLEIDERER u. BÜTTNER, 27).

Die Rötung der Haut ist von der Blutmenge (Hämoglobin) abhängig, die in der Haut vorhanden ist, die Hauttemperatur dagegen von der Blutmenge, welche die Haut durchströmt. Die Temperatur der Haut wird in letzter Linie dadurch beeinflusst, wie stark die Arteriolen und Kapillaren, die nach IPSEN (19) unabhängig voneinander reagieren, in der Haut dilatiert sind. Das Schema der Abbildung 2 von IPSEN (20) zeigt die Zusammenhänge zwischen Hauttemperatur, Hautfarbe

und Dilatation der Gefäße:

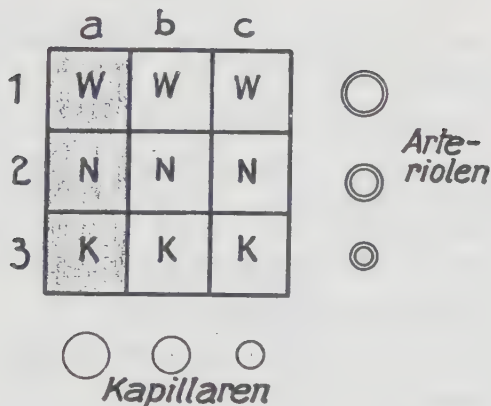


Abb.2. Änderung der Hauttemperatur und Hautfarbe in Abhängigkeit des Durchmessers der Gefäße.

W - warm, N - normal, K - kalt (IPSEN, S.13).

Reihe a 1: Durch die Dilatation der Kapillaren ist die Haut stark blutgefüllt und erscheint daher rot. Die Blutdurchströmung ist durch die dilatierten Arterien erhöht und bedingt dadurch eine warme Haut. Dieser Zustand tritt bei einer akuten Entzündung ein.

Reihe a 2: Die Blutdurchströmung - und damit auch die Hauttemperatur - ist normal. Die dilatierten Kapillaren rufen die rote Farbe hervor.

- Reihe a 3: Die Kapillaren sind erweitert; aber die Arterien sind kontrahiert. Dies hat zur Folge, daß die Haut kalt und blau gefärbt ist. Ein Beispiel hierfür sind blaue Hände und Füße bei Frost.
- Reihe b 1: Die Erscheinung, daß die Haut ihre natürliche Farbe hat, aber wärmer als die normale Haut ist, erklärt IPSEN (20) damit, daß das Kapillarlumen normal ist, aber durch die erweiterten Arteriole-
len stärker durchblutet wird.
- Reihe b 2: Hier sind die Hautfarbe und die Hauttemperatur normal.
- Reihe b 3: Die Farbe ist normal, aber die Haut ist kälter als sonst.
- Reihe c: Die Haut ist blaß, aber von verschiedener Wärme (IPSEN, 20).

Aus diesem Schema geht hervor, daß Farbänderungen nicht mit den Temperaturänderungen parallel laufen. Es braucht also eine eventuell vorhandene Temperaturerhöhung unter einer Kunststoffplatte nicht unbedingt mit einer Rötung des Gaumens einherzugehen.

Die Hauttemperatur unterliegt starken Schwankungen. IPSEN (20) stellte fest, daß an symmetrischen Körperstellen Temperaturunterschiede bis zu 1°C bestehen.

Eine Tabelle zeigt die von IPSEN (20) gemessenen Differenzen an symmetrischen Hautstellen:

Hauttemperatur- differenzen	Anzahl der Messungen	Prozent
0,0°	121	6,5
0,1°	226	11,5
0,2°	312	16,4
0,3°	287	14,9
0,4°	220	11,5
0,5°	190	10,0
0,6°	136	7,1
0,7°	137	7,1
0,8°	105	5,6
0,9°	88	4,6
1,0°	77	4,1
1,1°	8	0,5

Tab.1. Hauttemperaturdifferenzen an symmetrischen Stellen (IPSEN, S.96).

Nach Ansicht IPSENS (20) liegt bei einem größeren Unterschied als 1°C ein pathologisches Geschehen vor.

Abweichungen von der bilateralen Temperatur können nach WILLIAMS (41) theoretisch hervorgerufen werden durch:

- a) Strukturabweichung der Gefäße,
- b) Abweichung in der Gefäßregulation,
- c) örtliche Einwirkung auf die Gefäße,
- d) Veränderungen der Wärmeleitfähigkeit der Gefäße,
- e) Zunahme der Wärmeproduktion in den Geweben.

c) Problematik der Temperaturmessungen

Mit Hauttemperatur wird die Temperatur der Oberfläche bezeichnet. Die exakte Bestimmung der Hauttemperatur bietet Schwierigkeiten, da physikalische und physiologische Faktoren die Messungen beeinflussen. Rein physikalisch wird bei der Berührung des Meßinstrumentes mit der Haut immer ein Temperatúrausgleich durch Leitung erfolgen, wenn der Meßkörper nicht dieselbe Temperatur wie die Haut hat. Je größer die Masse und die Wärmekapazität des benutzten Instrumentes ist, desto größer ist der Wärmeverlust der Haut. Auch die Wärmestrahlung der Haut wird durch Bedecken mit einem Instrument beeinträchtigt, da das spezifische Strahlungsvermögen der Haut und des Meßkörpers fast immer verschieden ist (COBET, 2).

Dazu kommen noch physiologische Faktoren. Durch Ansetzen eines Instrumentes kann die Blutzirkulation lokal beeinträchtigt werden. Durch Druck kann eine Anämie ausgelöst werden, oder es kommt durch den Reiz des Instrumentes zu einer Hyperämie. Da die Hauttemperatur von der Durchblutung abhängig ist, können diese Zirkulationsstörungen die Messungen erheblich beeinflussen (COBET, 2).

Deutlich zeigt ein Versuch von FRAHM (7) die Druckwirkung des Meßinstrumentes auf die Hauttemperatur: Eine Versuchsperson nimmt ein Thermoelement zwischen Daumen und Zeigefinger, zuerst locker, dann mit maximalem Druck.

In den verschiedenen Lebensaltern zeigt die Hautwärme gewisse Unterschiede. Sie soll bei Männern im Alter von 20 bis 40 Jahren am höchsten, bei Greisen und Kindern etwas geringer sein. VAN THIEL und KLÖTZER (38) konnten bei Temperaturmessungen an der Gaumenschleimhaut bei 20- bis 30-jährigen und 50- bis 80-jährigen einen Unterschied von $0,52^{\circ}\text{C}$ feststellen.

Nach Nahrungsaufnahme, besonders bei eiweißreicher Kost (spezifisch-dynamische Wirkung), wurden erhebliche Hauttemperatursteigerungen beobachtet. Bei körperlicher Arbeit steigt ganz allgemein die Hauttemperatur an, während eine Erhöhung bei geistiger Arbeit umstritten ist (COBET, 2). Die Schleimhauttemperatur, die - wie HARDT (11) und FRERICH (8) in ihren Untersuchungen zeigen - der Körpertemperatur parallel läuft, unterliegt hier denselben Schwankungen wie der Hauttemperatur.

Die durch den Eigenstoffwechsel der Haut frei werdende Wärme ist von untergeordneter Bedeutung. IPSEN (20) gibt an, daß in der gesamten Haut nur 4 % der Körperwärme erzeugt wird. Nach FRERICH (8) ist auch dieser Prozentsatz noch zu hoch.

Bei Druck steigt zuerst die Temperatur, sinkt dann aber ab. Nachdem die Fingerspitzen anämisch geworden sind, wird der Druck plötzlich aufgehoben. Die Temperatur steigt jetzt schnell an, zuerst etwas über ihre Ausgangstemperatur und ist nach ca. 330 Sekunden wieder normal (s. Abb.3).

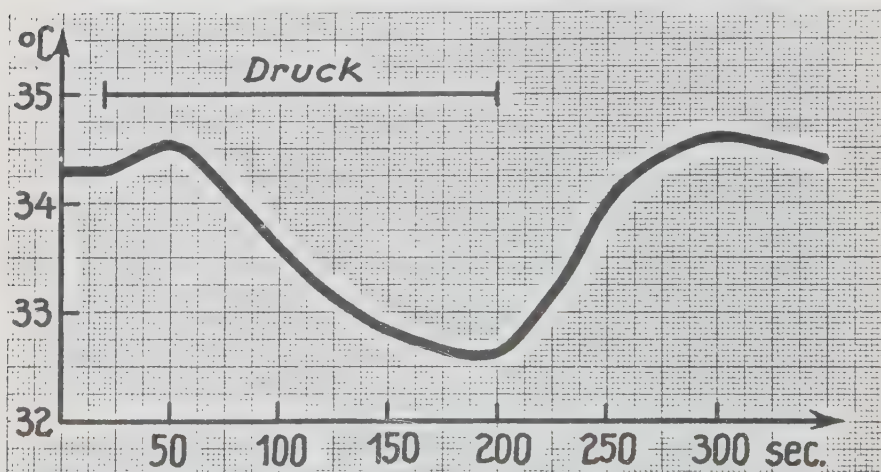


Abb.3. Temperaturänderung der Hautoberfläche bei maximalem Druck des Thermoelementes (nach FRAHM).

Bei eigenen Messungen an der Hautoberfläche, die mit einem Thermoelement am Unterarm, nicht wie FRAHM (7) mit maximalem Druck, sondern mit einem Druck von 100 g, 200 g, 300 g durchgeführt wurden, was eher den Druckverhältnissen bei der Messung entspricht, ergab sich folgendes: Die Temperatur steigt direkt proportional dem Druck an und bleibt

aber - entgegen den Untersuchungen von FRAHM (7), der durch den maximalen Druck eine Ischämie erreicht hat - nach etwa 2-3 Minuten auf einem höheren Niveau fast stehen. Erst wenn der Druck nachläßt, sinkt die Temperatur ab und pendelt sich langsam auf den Normalwert ein (s. Abb.4).

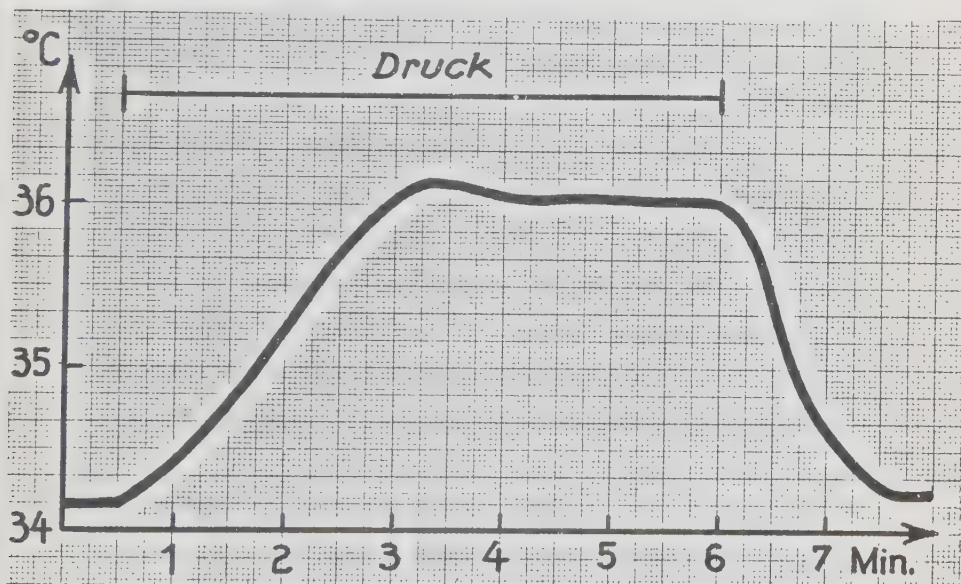


Abb.4. Temperaturänderung der Hautoberfläche bei einem Druck des Thermoelementes von 300 Gramm.

Besondere Probleme ergeben sich bei der Messung der Mundhöhle, die naturgemäß mehr Einflüssen ausgesetzt ist als der Körperkern und deshalb auch größere durch äußere oder innere Einflüsse hervorgerufene Temperaturschwankun-

gen aufweisen kann. Bei Messungen mit offenem Mund kommt es zu Schwankungen der Temperatur dadurch, daß durch die Mundhöhle abwechselnd kältere Raumlufte eingeatmet und wärmere Luft aus den Lungen ausgeatmet wird (NOSSEK, 22).

Die Messungen werden deutlich durch die Abstrahlung der die Meßstelle umgebenden Weichteile, wie Lippen, Wangen und Zunge, beeinflusst. NOSSEK (22) stellte fest, daß bei Patienten mit stark viskösem Speichel die Schleimhaut nach Abhalten der Lippen viel länger speichelbedeckt ist als bei solchen mit dünnflüssigem Speichel und dadurch eine intensive Verbindung zwischen Meßstelle und Fühler hergestellt wird. Die so gemessene Temperatur liegt höher als bei Probanden mit dünnflüssigem Speichel. Gelangt jetzt aber kältere Raumlufte an die Meßstelle, sinkt die Temperatur bei solchen Patienten durch die stärkere Oberflächenverdunstung schneller als bei Patienten, deren Schleimhaut relativ trocken ist (NOSSEK, 22).

Werden die Messungen an der Schleimhaut längere Zeit durchgeführt, kann ein punktförmiger Fühler auch bei geringem gleichbleibendem Druck die Schleimhaut verletzen und zu einer Entzündung mit allen ihren Symptomen führen, welche die Messung beeinflusst (NOSSEK, 22). Eine innere Abkühlung der Mundhöhle durch kalte Speisen und Getränke kann nach FRERICH (8) etwa 30 - 40 Minuten lang anhaltende Temperaturschwankungen hervorrufen. Eine Steigerung der

Mundtemperatur kann nach Aufnahme heißer Speisen und Getränke (ca. 1 Stunde später ist die Temperatur wieder normal), durch Betätigung der Kau- und Sprechmuskulatur und durch starke psychische Erregung eintreten (FRERICH, 8).

Die Meßergebnisse hängen also stark von der Versuchsanordnung und der Meßapparatur ab. Es soll darum zunächst auf die verschiedenen Meßmethoden eingegangen werden.

d) Verschiedene Meßmethoden

An eine Meßapparatur sollen folgende Forderungen gestellt werden:

1. Schnelle Einstellbarkeit, da sich durch die Berührung des Meßinstrumentes mit der Haut nach ca. 30 sec. eine Durchblutungsänderung bemerkbar macht (FRERICH, 8).
2. Kleine Auflagefläche, da sonst wegen der Wärmestauung die Hauttemperatur zu hoch ausfällt.
3. Die Apparatur soll sich in kürzester Zeit in den Wärmehaushalt einordnen, soll möglichst nicht mehr und nicht weniger Wärme aufnehmen und abgeben als dies bei der unberührten Haut der Fall wäre.
4. Günstige Lokalisationsmöglichkeit.
5. Geringe Wärmeleitung der Thermometerteile.
6. Keine mechanische oder thermische Reizung der Haut.

Die zur Verfügung stehenden Meßgeräte erfüllen jeweils nur einen Teil dieser Forderungen.

Das einfachste Gerät zur Messung ist das Quecksilberthermometer. Durch Anlegen an die Haut läßt sich die Hauttemperatur bestimmen. Man kann damit aber bestenfalls einen Mittelwert zwischen der Temperatur der Hautoberfläche und der angrenzenden Luftschicht bekommen. Um diesen Fehler zu vermeiden, hat man den Quecksilberkessel so geformt, daß er eine große Auflagefläche aufweist. Doch dadurch ent-

stand wiederum der Nachteil, daß die an der Haut anliegende und erwärmende Masse viel zu groß ist und der zu messenden Körperstelle sehr viel Wärme entzieht. Der örtliche Temperatúrausgleich - das bedeutet, daß das Meßinstrument und die Meßstelle dieselbe Temperatur erreichen - dauert einige Minuten. Je länger aber das Thermoelement aufliegt, um so mehr wird die natürliche Wärmeabgabe der Haut behindert (COBET, 2).

GÄRTNER (9) hat vorgeschlagen, das Thermometer nur kurz auf die Haut aufzusetzen; er wärmt das Thermometer abwechselnd über oder unter die zu erwartende Hauttemperatur an, so lange bis die Quecksilbersäule nur noch gering steigt bzw. fällt. GÄRTNER (9) gibt eine Genauigkeit bis $0,2^{\circ}\text{C}$ für diese Methode an.

Bei der Methode von REICHENBACH und HEYMANN (29) wird ebenfalls das Instrument etwas über die Temperatur der zu messenden Hautstelle angewärmt. Nach dem Aufsetzen des Thermometers sinkt die Quecksilbersäule, bleibt ziemlich lange stehen und beginnt dann wieder zu steigen. Nach REICHENBACH und HEYMANN (29) entspricht der Umkehrpunkt der wirklichen Hauttemperatur.

Für Temperaturmessungen von Körperhöhlen ist das Quecksilberthermometer gut geeignet. Dies gilt aber nicht für die Bestimmung der Hauttemperatur; hier sind die Fehlerquellen aus den erwähnten Gründen zu groß.

Bei dem magnetomechanischen Hautthermometer nach HEIDENWOLF (12) wird mit der Meßapparatur eine Silberfolie auf die Haut appliziert, welche auf Grund ihrer großen, wärmeaufnehmenden Oberfläche und geringen zu erwärmenden Masse sehr rasch die Temperatur der Haut annimmt. Diese Folie strahlt und leitet die von der abgedeckten Meßstelle abzugebende Wärmemenge an die Umgebung weiter. Eine Wärmestauung oder Auskühlung kann bei dieser Methode vermieden werden. HEIDENWOLF (12) hat diese Metallfolie gleichzeitig als temperaturabhängigen Magneten ausgebildet. Dadurch ist es möglich, die jeweilige Hauttemperatur über das temperaturabhängige magnetische Moment des Anlege-Meßkörpers auf einer magnetisch beeinflussbaren Anzeige-Vorrichtung, also nicht durch mechanische Übertragung, sondern durch magnetische Fernwirkung, zur Anzeige zu bringen. Die Einstellzeit beträgt 3 - 5 Sekunden. Das Gerät ist jedoch wegen der relativ großen Auflagefläche nur zur Abtastung großer Hautareale zu verwenden, nicht zur genauen Messung der Hautoberflächentemperatur kleiner Bezirke.

Das Prinzip des widerstandselektrischen Thermometers beruht auf der Tatsache, daß der elektrische Widerstand der meisten Metalle in bekannter Weise von der Temperatur abhängt. Er steigt etwa 4-6 % für je 10°C an. Zu diesem Zweck hergestellte Widerstandslegierungen sind Konstantan

und Manganin. Solche Widerstandsveränderungen lassen sich mit einer Wheatstoneschen Brückenschaltung messen und auf den üblichen Temperaturbereich eichen. Diese Thermometer eignen sich besser zur Bestimmung der Körperhöhlentemperatur als zur Oberflächentemperaturmessung, da die Auflagefläche und die Einstellzeit zu groß sind (NÜCKEL, 23).

Temperaturstrahlungsmesser: Da der größte Teil der vom Organismus produzierten Wärme durch Abstrahlung verloren geht, wurde eine Methode entwickelt, von der Temperaturstrahlung auf die Hauttemperatur zu schließen. "Es wird die Tatsache ausgenutzt, daß die Haut sich physikalisch wie ein absolut schwarzer Körper verhält. Das bedeutet, daß jede elektromagnetische Strahlung, die sie trifft, völlig absorbiert wird und andererseits die elektromagnetische Strahlung jeder Wellenlänge voll emittiert wird" (35, S. 1711). Das Gerät besteht aus dem Verstärker mit dem Anzeigegerät sowie der Meßsonde. Die Apparatur bietet die Möglichkeit, ohne Hautkontakt zu messen und schaltet somit viele Fehlerquellen, welche anderen Meßinstrumenten anhaften, aus. Es lassen sich verschiedene Bezirke der Körperoberfläche der Reihe nach prüfen, die Strahlung jedes Areales bestimmen, die Werte graphisch wiedergeben und so eine "Temperaturkarte" der beobachteten Oberfläche erlangen (SCHOELER, 35). Es gibt heute zwei grundlegende Modelle, die auf zwei verschiedenen Typen von Infrarot-Detek-

toren aufgebaut sind: Die temperaturempfindlichen Geräte wie Heißeleiter und Thermoelemente und die lichtempfindlichen, die ihrerseits photokonduktiv (bei Licht stromleitend) oder photoemessiv (bei Licht Elektronen ausstrahlend) sein können (WILLIAMS, 41). Die Messung der Temperaturstrahlung dauert aber relativ lange und eignet sich bei großem apparativem Aufwand nur für größere Bezirke.

Das thermoelektrische Kontaktverfahren hat sich durch seine Einfachheit und Exaktheit für die Hautthermometrie in der medizinischen Praxis eingebürgert. Das Thermoelement hat den Vorteil, daß die Masse, die mit der Haut in Berührung kommt, außerordentlich klein gestaltet werden kann. Die Temperatur der Hautoberfläche läßt sich mit diesem thermoelektrischen Kontaktverfahren in physikalischer Hinsicht einwandfrei bestimmen. Fehlerquellen, welche die physiologische Reaktion der Haut auf den Berührungsreiz mit sich bringt, sind dagegen nicht ganz auszuschließen (COBET, 2).

Im Prinzip handelt es sich bei diesem Verfahren um zwei verschiedene Metalle, die zu einem geschlossenen Kreis durch Hartlötung oder Schweißung verbunden sind. Bei verschiedener Temperatur der Lotstellen fließt ein Strom, dessen Stärke der Temperaturdifferenz proportional ist. Wird also die eine Lotstelle der Haut aufgesetzt und das andere Ende in ein Gefäß mit konstanter Temperatur eingebaut,

so fließt ein meßbarer Strom, aus dem auf die Temperaturdifferenz geschlossen werden kann (23).

Diese Methode wurde bei den in dieser Arbeit durchgeführten Messungen eingesetzt, da sie die geringsten Fehlerquellen aufweist. Wie schon berichtet, wurden die Werte an der Schleimhaut des Oberkiefers in verschiedenen Bereichen ermittelt. Da die anatomischen und physiologischen Unterschiede dabei relativ groß sind, soll im folgenden zunächst über die Besonderheiten des Gaumens berichtet werden.

e) Anatomische und physiologische Verhältnisse am Gaumen

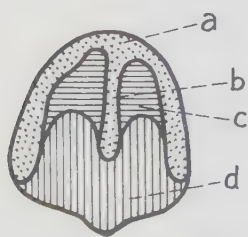
Die Mundhöhle wird in das Vestibulum oris (Lippen, Wange, Zahnfleisch, Parotis und Zähne) und das Cavum oris proprium (Mundhöhlenboden, Zunge, Mundhöhlendach, Muskeln des weichen Gewebes) eingeteilt. Das Dach der Mundhöhle besitzt eine massive, skelettöse Grundlage, den harten Gaumen (Palatum durum), an den rückwärts mittels einer aponeurotischen Grundlage der weiche Gaumen (Palatum molle) anschließt. Der harte Gaumen setzt sich aus den Processus palatini der Oberkieferbeine und den horizontalen Lamellen der Gaumenbeine zusammen. Diese Knochenfortsätze werden durch zwei Nähte, die Sutura palatina mediana und die Sutura palatina transversa, miteinander verbunden. Im vorderen Abschnitt der Sutura palatina mediana, dicht hinter den Schneidezähnen, liegt das Foramen incisivum, die Mündung des Canalis incisivus. An kindlichen Schädeln findet sich die Sutura incisiva, die vom Foramen incisivum ausgeht und zwischen den Alveolen des seitlichen Schneidezahnes und des Eckzahnes verläuft; sie trennt das eigentliche Oberkieferbein vom sogenannten Os incisivum (intermaxillare)(PERNKOPF, 26).

Die Schleimhaut des Mundhöhlendaches, die das Skelett des harten Gaumens überzieht, ist durch das stellenweise vollständige Fehlen der Submucosa unverschieblich. Der har-

te Gaumen stellt im allgemeinen eine gleichmäßig blaßrote oder gesprenkelte Fläche dar, welche Gefäßzeichnungen bei makroskopischer Betrachtung fast nie erkennen läßt (FISCHER, 6).

Die orale Schleimhaut des weichen Gaumens ist die direkte Fortsetzung der Schleimhaut des harten Gaumens. Sie ist etwas rötlicher gefärbt. Am rückwärtigen freien Rand des Gaumensegels gehen orale und nasale (pharyngeale) Schleimhaut ineinander über.

Die Gingiva palatina (oralis) verhält sich ähnlich wie die Gingiva vestibularis, ist nach PERNKOPF (26) drüsenlos und unverschieblich und endigt in den Interdentalspapillen. Am harten Gaumen ist die Schleimhaut zu beiden Seiten der Medianlinie besonders dick und zeigt gegenüber der palatinalen Gingiva eine deutliche Schichtung;



- a = fibröse Randzone im Bereich der Gingiva
- b = fibröse Medianzone der Raphe und des Torus palatinus
- c = Fettgewebszone
- d = Drüsenzzone

Abb.5. Die Felder der Gaumenschleimhaut beim Greis, nach der Festigkeit der fibrösen Schleimhautunterlage begrenzt (PERNKOPF, S.82).

"sie enthält unter dem Pflasterepithel eine Lamina propria, die durch straffe Bindegewebszüge mit dem Periost des Knochens verbunden ist. Vorn ist sie drüsenfrei, während nach rückwärts zu schon vereinzelt mucöse Drüsen, Glandulae palatinae, enthalten sind, die gegen den weichen Gaumen zunehmen und hier in ein Drüsenpolster desselben übergehen (Abb.5). Medial von dem mit Schleimhaut überkleideten Bereich des Tuber retromolare maxillae, etwa 5 mm vor der Tuberlinie, findet sich eine leichte Einkerbung der Schleimhaut, die dem Foramen palatinum majus entspricht" (26, S.80). Die unterschiedliche Eindrückbarkeit der Gaumenschleimhaut in den verschiedenen Bezirken (Abb.5) - fibröse Randzone, fibröse Medianzone, Fettgewebszone und Drüsenzone - ist auf dem Resilienzdiagramm dargestellt (s. Abb.6).

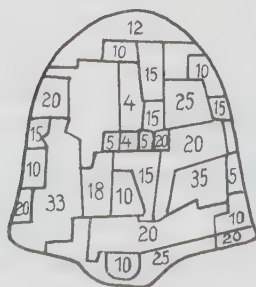


Abb.6. Das Resilienzdiagramm nach GIGER (10) zeigt die unterschiedliche Eindrückbarkeit der Gaumenschleimhaut in 1/10 mm. Als Grenze für die jeweils mögliche Kompression der Schleimhaut ist die auftretende Schmerzhaftigkeit zu bezeichnen.

Sensibel wird die Gaumenschleimhaut durch den Nervus nasopalatinus, der den Canalis incisivus passiert, den Nervus palatinus major und die Nervi palatini minores, die durch die gleichnamigen Foramina treten, versorgt. Die Nervi palatini minores versorgen hauptsächlich den weichen Gaumen. Alle diese Nerven sind Nebenäste des 2. Trigeminus-Astes, des Nervus maxillaris. In den genannten Nerven laufen sekretorische Fasern aus dem Nervus intermedius zu den kleinen Drüsen der Nasenhöhle und des Gaumens. Diese Fasern schließen sich den Ästen des 2. Trigeminusastes nur an.

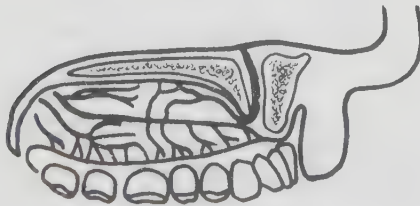


Abb.7. Arterielle Versorgung der Gaumenschleimhaut
(PERNKOPF, S.148).

Mit Gefäßen wird der Gaumen durch die Arteria maxillaris versorgt. Zu den Endästen der Arteria maxillaris zählt die Arteria descendens, die durch den Canalis pterygomandibularis verläuft und schließlich durch das Foramen palatinum majus den harten Gaumen als Arteria palatina

major erreicht, jedoch schon innerhalb des Kanals kleine Zweige, die *Arteriae palatinae minores*, abgibt, die in den weichen Gaumen einstrahlen. Das Gaumensegel wird auch von der *Arteria palatina ascendens*, einem Ast der *Arteria facialis*, versorgt. Die *Arteria palatina major* zieht unter Abgabe von Zweigchen, welche gleichfalls in den weichen Gaumen gelangen, vor allem nach vorne, versorgt mit *Rami gingivales* auch die palatinale Schleimhaut des Oberkiefers und entsendet in der Regel die *Arteria nasopalatina (incisiva)* in den *Canalis incisivus* nasenhöhlenwärts. Anastomosen mit einem kleinen Zweigchen der *Arteria sphenopalatina (septi)* mit der *Arteria incisiva (nasopalatina)* sind möglich (s. Abb.7) (PERNKOPF, 26).

Durch die Untersuchungen von ZWEIFACH und CHAMBERS (42) ergibt sich ein neues Bild über die kapilläre Durchströmung. Das von ZWEIFACH und CHAMBERS (42) ermittelte Durchströmungsschema der Endstrombahn hat nach RATSCHOW (28) für die Schleimhäute der Lippen und des Mundes Gültigkeit. Danach muß zwischen den Stromkapillaren und den Netzkapillaren unterschieden werden. Die Kapillarschlingen, welche bei Betrachtung der Lippen sichtbar sind, stellen im wesentlichen die großen Stromkapillaren dar. Zwischen den Stromkapillaren breiten sich zahlreiche feinere Ästchen aus, die ZWEIFACH und CHAMBERS (42) als Netzkapillaren bezeichnen. "Die Stromkapillaren sind in ihrem Anfangs-

teil durch die arteriovenösen Anastomosen miteinander verbunden. Durch Öffnen dieser Kurzschlüsse können die Stromkapillaren und damit auch die Netzkapillaren von der Durchblutung ausgeschlossen werden. Die Netzkapillaren können aber auch durch eigene Schwellkörper für sich allein von der Durchblutung abgeschaltet werden. Zur Gewährleistung einer normalen Stoffwechselversorgung ist die Durchströmung der Netzkapillaren Voraussetzung. Um die örtliche Wärme aufrecht zu erhalten, genügt eine Durchströmung der arteriovenösen Anastomosen, da für die Wärme die Diffusionsbedingungen sehr viel günstiger liegen. Man findet die arteriovenösen Anastomosen hauptsächlich dort, wo ein Gebiet besonders aufgeheizt oder abgekühlt werden soll" (28, S.79).

Den Gefäßnerven wird im Gegensatz zu früheren Auffassungen keine so große Bedeutung mehr zugemessen. "Die Wirkung der Vasomotorenkontrolle nimmt distalwärts stark ab und macht im Bereich der Endarteriolen der Vorherrschaft lokal-chemischer Gefäßregulation Platz" (17,S.172). Die Stärke der Gefäßnervenkontrolle ist von Organ zu Organ verschieden. So ist die Vasomotorenkontrolle an der Haut relativ stark. Vasodilatorische Nerven können nur wenige nachgewiesen werden. In der Haut erfolgt eine Gefäßerweiterung durch Hemmung der Vasokonstriktoren (ILLIG, 17).

Die Untersuchungen von JACOBY (18) aus dem Jahre 1966 zeigen, daß die terminale Strombahn nicht mehr als passive Fortsetzung der Strombahn des Kreislaufsystems aufgefaßt werden kann. Sie wirkt vielmehr im Ganzen als selbständiger Anteil. Die Bedeutung liegt einmal darin, daß durch die Wandungen der Kapillaren der Stoffwechsel zwischen Geweben und Blut in beiden Richtungen stattfindet; zum anderen hat die Endstrombahn die Aufgabe der Verteilung des Blutes in den Geweben, so daß lebenswichtige Organe mehr Blut erhalten und die Abgabe der Blutmenge je nach den Erfordernissen erfolgt. Neben dem Druckausgleich finden Zu- und Abflußstörungen, die irgendwo im Organismus bestehen, gerade hier in Form einer peripheren Durchblutungsstörung ihren morphologischen Niederschlag (JACOBY, 18).

Bei der Gefäßregulation ist auch das Alter von Bedeutung. Bei den Alterserscheinungen spielt die verringerte Anpassung der vegetativen Reflexe eine gesicherte Rolle. RATSCHOW (28) stellte bei Menschen im 3. und 6. Lebensjahrzehnt erhebliche Differenzen bei Gefäßreaktionen auf vasoaktive Stoffe (Histamin, Acetylcholin, Adrenalin) fest. Je höher das Alter, desto geringer sind die Gefäßreflexe. Im 50. Lebensjahr etwa sprechen nach RATSCHOW (28) die Netzkapillaren nur noch auf die doppelte Dosis der Reizstoffe an.

III. EXPERIMENTELLER TEIL

a) Beschreibung der Meßapparatur

Die Messungen an der Gaumenschleimhaut und der Zunge wurden mit der automatischen Meßbrücke PR 221o U ¹⁾ mit Hilfe eines Thermoelementes durchgeführt. Die Messung beruht auf dem Prinzip der automatischen Kompensation der unbekannten Spannung mittels eines Servosystems. Die Kompensationsschaltung wird von einem stabilisierten Gleichstrom bekannter Größe gespeist. Dadurch entsteht zwischen den Punkten A und B eine bekannte Spannung (Kompensationsspannung E_c). Die zu messende Spannung E_{th} wird in Serie mit der Kompensationsspannung E_c und entgegengesetzt zu derselben angeschlossen. Die Differenzspannung ($E_{th} - E_c$) wird über einen Zehnhacker dem Verstärker zugeführt und durch den Servomotor, der den Gleitwagen mit verbundenem Gleitkontakt A bewegt, gleich Null gemacht. Ist der Widerstand R_o , ein Manganwiderstand von 100 Ω eingeschaltet, so gilt die Skala für eine Vergleichsstellentemperatur von 0°C (s. Abb.8).

Das Thermoelement ²⁾ besteht aus verschiedenen Nickellegierungen, die durch Magnesiumoxyd isoliert und von ei-

1) Hersteller: Philips

2) Fabrikat: Philips Thermocoax

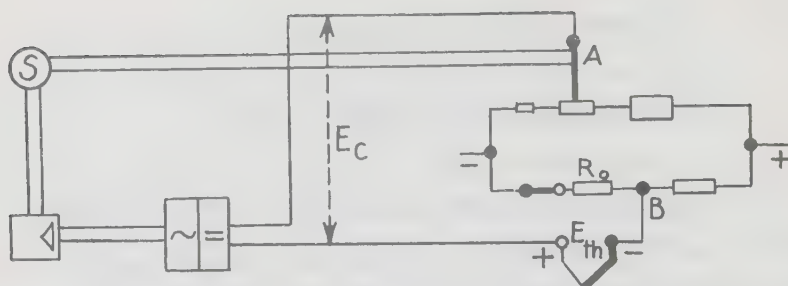


Abb.8. Schaltskizze der automatischen Meßbrücke zur Messung von Absoluttemperaturen.

nem gemeinsamen Stahlmantel umgeben sind. Nach dem Verlöten der beiden Drahtenden wird eine dünnwandige Metallkapsel übergestülpt und auf dem Stahlmantel hart verlötet. An der Lotstelle weist das Thermoelement einen Durchmesser von 0,5 mm auf. Um eine Wärmeableitung durch die Metallhülle zu vermeiden und zur Versteifung des elastischen Thermoelementes wurde es mit einem dünnen Gummischlauch überzogen und mit Paladur verkleidet. Zur Messung der Absolutwerte befand sich das Gegenelement in einem Dewar-Gefäß mit schmelzendem Eiswasser, dessen Temperatur mit einem Quecksilberthermometer kontrolliert wurde. Eventuelle Temperaturschwankungen wurden bei der Angabe der Absolutwerte berücksichtigt.

b) Herstellung der Gaumenplatten

Zur Herstellung der Kunststoffplatten für die Versuchspersonen wurde zunächst ein anatomischer Abdruck mit Hilfe einer Alginatmasse genommen. Auf dem durch diesen Abdruck gewonnenen Modell war mittels eines Kaltplastes ein individueller Löffel hergestellt worden, um so abermals mit einer gummielastischen Masse ¹⁾ einen Abdruck zu erhalten. Durch dieses Verfahren erreicht man, daß das Abdruckmaterial eine gleichmäßige Dicke aufweist und dadurch das Tegument des Gaumens richtig komprimiert.

Es waren bei jeder Versuchsperson mehrere Abdrücke mit einem individuellen Löffel notwendig, um durch wiederholtes Ausgießen die notwendige Anzahl von Modellen zu erhalten. Bei jedem Modell wurde die AH-Linie, welche die Grenze zu dem noch nicht aktiv an den Bewegungen des weichen Gaumens teilnehmenden Bezirk festlegt, einradiert. Die so vorbereiteten Modelle, mit ein bzw. zwei Wachsplatten bis zum prothetischen Äquator überzogen, kamen nun in Küvetten, um mit Kunststoff (Paladur bzw. Paladon) gestopft zu werden. Die Polymerisation der Kunststoffplatten fand nach den Richtlinien der Hersteller-Firma ²⁾ statt.

1) Silone

2) Kulzer & Co.

In die fertiggestellten Platten wurde auf der einen Seite zwischen dem 1. und 2. Molaren in einem Abstand von 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm vom Plattenrand mit einem Rosenbohrer ein Loch vom Durchmesser des Thermoelementes gebohrt. Die andere Seite erhielt ebenfalls ein Loch - mehrere Quadrat-zentimeter groß - in sagittaler Richtung von der distalen Kante des 1. Prämolaren bis 3 mm zum Plattenende, in der Transversalen etwa 3 mm vom Äquator bis 5 mm an die Mittellinie. Rugae palatinae wiesen die Platten nicht auf, sie blieben also glatt (s. Abb.9 und 10).

Jeweils vier der acht Platten für jede Versuchsperson wurden noch auf der Unterseite poliert.

c) Versuchsanordnung

Die große Zahl der auf die Haut- und Schleimhauttemperatur einwirkenden Faktoren verhindert die exakte Angabe bestimmter Absolutwerte, wie das bei der Messung der Körpertemperaturen immerhin in gewissen Grenzen möglich ist. Die die Messungen verfälschenden Umwelteinflüsse können weitgehend reproduzierbar gestaltet werden:

1. Der Raum, in dem die Messungen vorgenommen werden, soll frei von Zugluft und die Raumtemperatur möglichst konstant sein. Bei den vorliegenden Messungen war die Forderung nach einer gleichbleibenden Temperatur nicht zu erfüllen. Die Temperatur schwankte zwischen 20°C und 25°C . Die Versuchsperson mußte sich vor der Messung, zur Adaptation, eine halbe Stunde im Raum aufhalten.
2. Die Versuchsperson soll sich während der Messung ruhig verhalten, was nur möglich ist, wenn der Proband entspannt sitzt. Es wurden deshalb alle Messungen auf einem zahnärztlichen Stuhl vorgenommen.
3. Die letzte Nahrungsaufnahme soll mehr als 2 Stunden zurückliegen. Ebenso soll eine Stunde vor der Messung kein heißes oder kaltes Getränk eingenommen werden. Am Tag der Messung sollen keine Verabreichungen von Antipyretika und gefäßaktiven Mitteln erfolgen. Auch sollen Alkohol und Nikotin vermieden werden.

Es wurde zur Ermittlung der Gaumentemperatur unter Kunststoffplatten bei 8 Probanden die Temperatur unter je 8 Platten gemessen, insgesamt also unter 64 Platten. Diese Platten waren:

1. dünn (1,2 - 1,5 mm) und dick (2,4 - 2,6 mm),
2. aus Paladon und Paladur,
3. auf der der Gaumenschleimhaut anliegenden Seite poliert oder unpoliert.

Die Probanden, im Alter von 20-25 Jahren, besaßen - bis auf Proband VII, der eine symmetrische Lücke hatte - ein vollbezahntes Gebiß im Oberkiefer.

Um mögliche methodische Fehler auszuschalten, wurden für die Messungen Kunststoffplatten hergestellt, denen einige Konstruktionsmerkmale gemeinsam waren (s. Kapitel III.b). Auf einer Seite der Gaumenplatte war jeweils bei vier Probanden rechts bzw. links eine großflächige Ausparung angebracht, um an der korrespondierenden Stelle die Temperatur der unbedeckten Gaumenschleimhaut vergleichend messen zu können.

Die Wahl der Meßpunkte: Da die Temperatur des Gaumens hauptsächlich durch die Arteria palatina bestimmt wird, muß sich eine Temperaturerhöhung in dem Gebiet des Foramen palatinum besonders bemerkbar machen. Als Meßpunkt wurde deshalb eine etwas mesial des Foramen palatinum gelegene Stelle zwischen 1. und 2. Molaren gewählt (Abb.9 u.10).

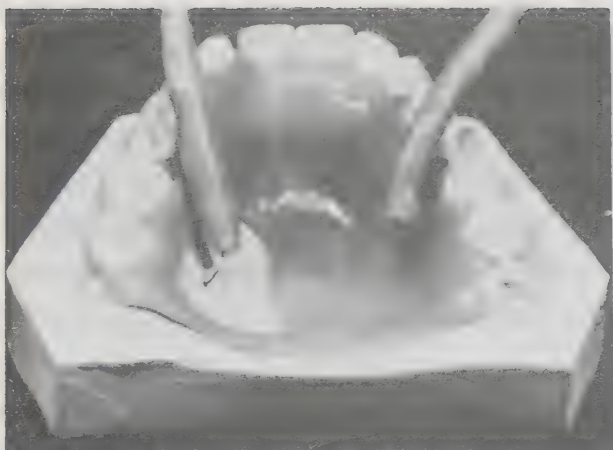


Abb.9. Lage des Thermoelementes an der Meßstelle der bedeckten bzw. unbedeckten Gaumenschleimhaut.

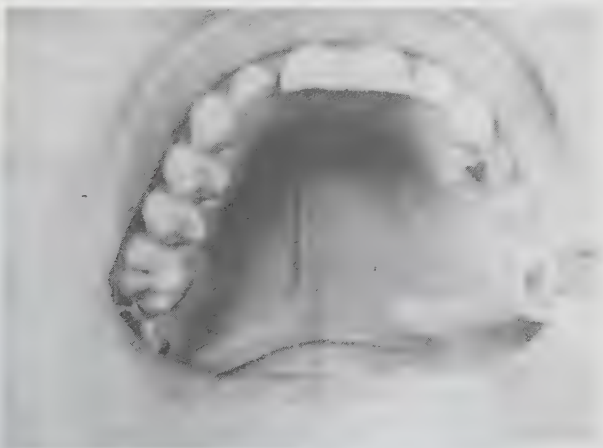


Abb.10. Lage des Thermoelementes zur Registrierung der Absoluttemperatur der Gaumenschleimhaut unter einer Platte. (Die Temperaturmessung selbst wurde bei geschlossenem Mund - s. Abb.11 - vorgenommen.)

In diesem Bereich liegt die Drüsengewebszone, die bis zu 3,5 mm eindrückbar ist (Abb.6, Resilienzdiagramm). Das Thermoelement kann an dieser gut gepolsterten Stelle länger angedrückt werden als auf der straffen Schleimhaut, an der dies ziemlich schmerzhaft ist.

Die Temperaturmessungen an den verschiedenen Gaumenplatten wurden in zwei Teilen vorgenommen, jeweils bei vier Platten einer Versuchsperson an einem Tag. Die Reihenfolge der getragenen Platten variierte, ebenso fand abwechselnd zuerst links oder rechts die Messung statt. Vor dem Einsetzen der ersten Platten wurde noch die Temperatur des Gaumens an den Meßpunkten bestimmt.

Die Versuchspersonen haben die erste Gaumenplatte eine Stunde vor der Messung getragen. Die weiteren Platten wurden eine halbe Stunde vor der Messung eingesetzt.

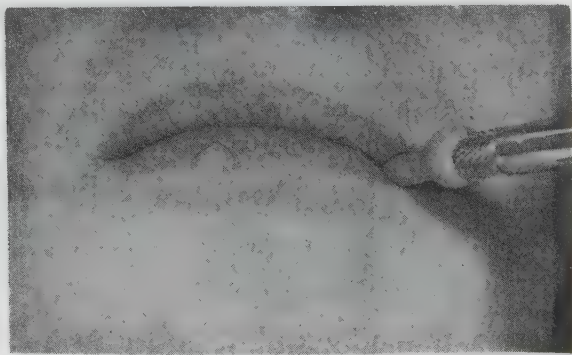


Abb.11. Temperaturmessung mit Thermoelement bei geschlossenem Mund.

Die Messungen wurden bei geschlossenem Munde vorgenommen (Abb.11). Da schon eine relativ kurze Öffnung des Mundes zur Einführung des Thermoelementes auf der unbedeckten Seite des Gaumens wahrscheinlich eine schnellere Abkühlung als auf der von Kunststoff bedeckten Seite bewirkt und somit die Meßergebnisse verfälscht, wurde die Meßdauer auf jeweils fünf Minuten festgelegt, was den Nachteil hat, daß es zu einer lokalen Temperaturänderung unter dem Thermoelement kommen kann, sei es durch Druckwirkung oder kleinste Verletzungen an der Schleimhaut. Andererseits wird aber durch die längere Messung ein eventueller Temperatúrausgleich zwischen Gaumen und anliegender Zunge, die verschiedene Temperaturen aufweisen, weitgehend verhindert.

Um einen gleichmäßigen Druck auf die Schleimhaut ausüben zu können, befand sich anfangs in der Mitte der Kunststoffplatten eine einpolymerisierte Klemme, mit deren Hilfe das Thermoelement fixiert werden kann. Dies hatte aber den Nachteil, daß durch das Gewicht und den Zug des Thermoelementes die Platte immer wieder vom Platz gehoben wurde, und daß das empfindliche Thermoelement durch die Klemme beschädigt wurde. Deshalb haben die Versuchspersonen das Thermoelement mit abgestütztem Arm selbst gehalten, nachdem es an die Meßstelle herangeführt worden war. Die Versuchsperson kann auch besser beurteilen, ob das Thermo-

element wirklich mit der Schleimhaut Kontakt hat und übt auf das Thermoelement nur einen so großen Druck aus, daß es nicht schmerzhaft ist und verhindert damit weitgehend eine Verletzung der Schleimhaut. Auf der den Gaumen bedeckenden Seite der Kunststoffplatte war das Thermoelement durch das kleine Loch gut fixiert. Auf der unbedeckten Seite wurde nach der Messung nochmals die Lage des Meßinstrumentes kontrolliert. Wenn es sich nicht mehr am Meßpunkt befand, wurde die Messung wiederholt.

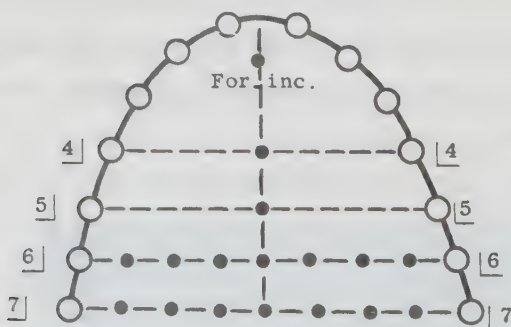


Abb.12. Darstellung der Meßpunkte an der unbedeckten Gaumenschleimhaut. (Der besseren Übersicht wegen wird auf eine exakte anatomische Darstellung verzichtet.)

Um zu ersehen, welche Temperaturschwankungen an der unbedeckten Gaumenschleimhaut bestehen, fanden bei allen Probanden an 17 verschiedenen Stellen Messungen statt und

zwar: Auf der Verbindungslinie 7|7 und 6|6 an drei Meßstellen in gleichgroßem Abstand, so wie es Abb.12 zeigt. Ferner wurde ein Meßpunkt am Schnittpunkt der Rhapshe mediana mit der Verbindungslinie von 7|7, 6|6, 5|5, 4|4 ausgesucht und noch einer über dem Foramen incisivum.

Abschließende Untersuchungen sollen erörtern, ob zwischen Gaumenschleimhaut und Zungentemperatur eine Beziehung nachgewiesen werden kann, wie sie VAN THIEL und KLÖTZER (38) vermuten. Zu diesem Zweck fanden Messungen an der Zungenspitze, dem Foramen coecum sowie an der Zungenseite rechts und links in Höhe von 6|6 statt, wobei die Zunge jeweils innerhalb der Zahnreihen lag. Auch hier wurden die Messungen bei geschlossenem Munde durchgeführt. Die Meßpunkte sind auf Abb.13 zu sehen.

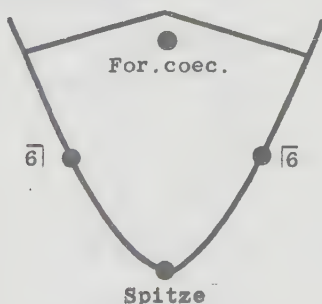


Abb.13. Meßpunkte an der Zunge.

d) Meßergebnisse

Die mit der Meßbrücke nach bereits geschilderter Versuchsanordnung erhaltenen Werte an Gaumen und Zunge, gemessen bei verschiedenen Probanden unter den variierenden Voraussetzungen, sind in den folgenden Tabellen und Aufzeichnungen wiedergegeben.

Vergleichsmessungen zwischen der Meßbrücke und einem geeichten Quecksilberthermometer ergaben eine durchschnittliche Differenz von $+2^{\circ}\text{C}$ für das Quecksilberthermometer. Diese Temperaturdifferenz ist bei den Angaben der Absolutwerte berücksichtigt.

Anmerkung zu Proband I : Der Proband hatte während der
Messung mit den Gaumenplatten
eine beidseitige Tonsillitis.

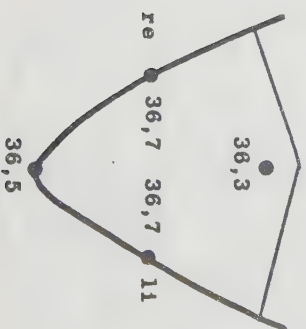
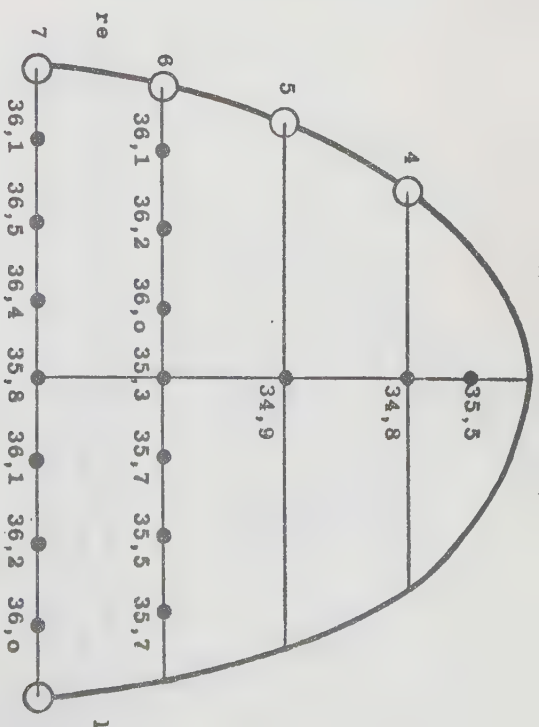
Anmerkung zu den Probanden VI und VIII: Die Probanden
sind tonsillektomiert.

Proband I : U., A.; ♀, 20 Jahre.

Aussparung rechts

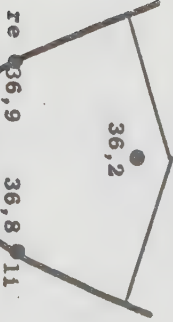
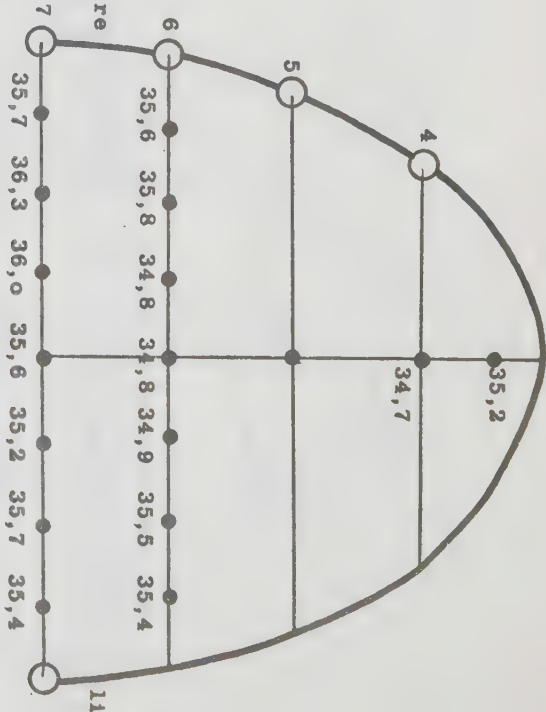
	rechts	links
ohne Platte	38,7	38,0
Paladur, dünn, unpoliert	36,5	36,1
Paladur, dick, unpoliert	37,6	37,2
Paladon, dünn, unpoliert	37,9	36,8
Paladon, dick, unpoliert	36,8	36,1
Paladur, dünn, poliert	37,8	38,2
Paladur, dick, poliert	36,6	37,5
Paladon, dünn, poliert	37,0	37,4
Paladon, dick, poliert	36,0	36,3
ohne Platte	38,6	37,7

Tab. 2



Proband II : K.-L., R.; 6, 23 Jahre.
 Aussparung rechts

	rechts	links
ohne Platte	34,3	34,0
Paladur, dünn, unpoliert	36,5	36,4
Paladur, dick, unpoliert	37,0	35,5
Paladon, dünn, unpoliert	37,0	35,9
Paladon, dick, unpoliert	37,2	36,5
Paladur, dünn, poliert	35,9	35,0
Paladur, dick, poliert	38,0	36,2
Paladon, dünn, poliert	38,3	37,0
Paladon, dick, poliert	34,7	34,3
ohne Platte	35,0	35,7

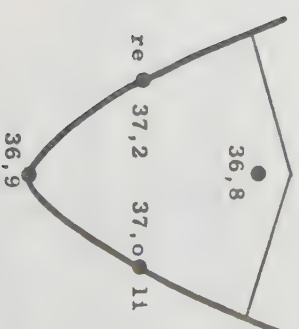
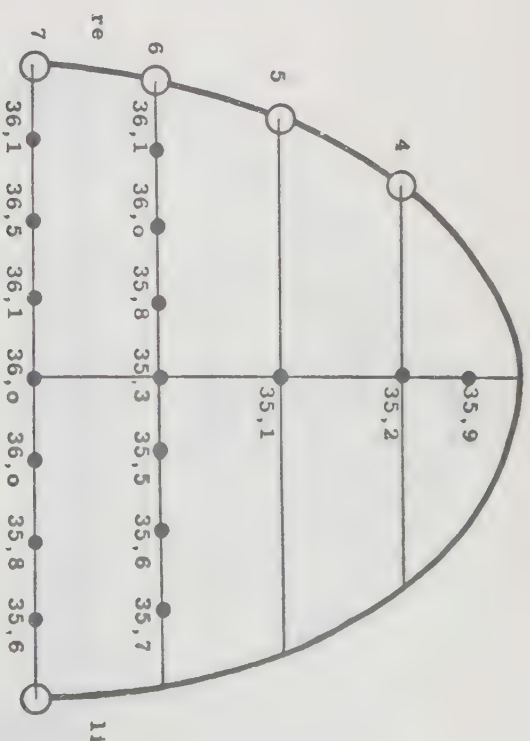


Tab. 3

Proband III : D.-S. : 8, 21 Jahre.

Aussparung links

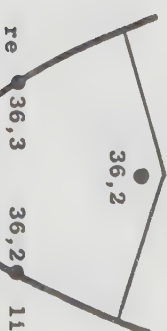
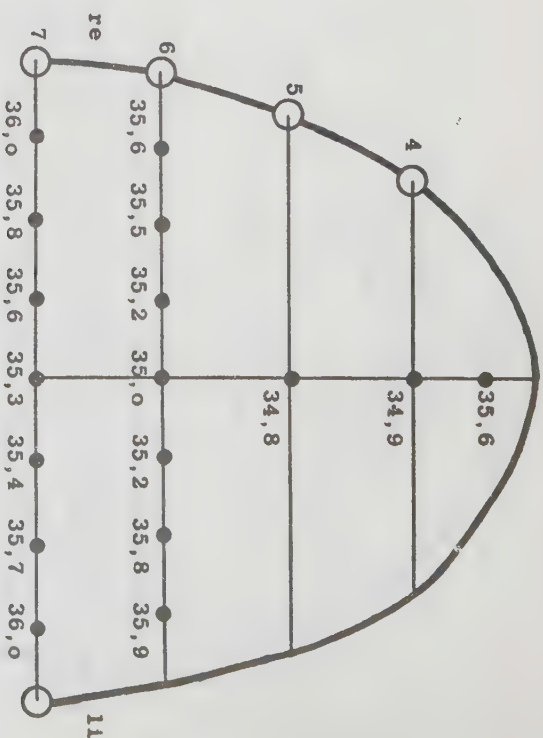
	rechts	links
ohne Platte	36,4	35,4
Paladur, dünn, unpollert	37,4	35,8
Paladur, dick, unpollert	35,0	35,0
Paladon, dünn, unpollert	37,7	37,2
Paladon, dick, unpollert	35,5	34,7
Paladur, dünn, pollert	34,5	33,5
Paladur, dick, pollert	38,0	33,5
Paladon, dünn, pollert	35,4	33,2
Paladon, dick, pollert	36,1	35,4
ohne Platte	36,1	35,5



Tab. 4

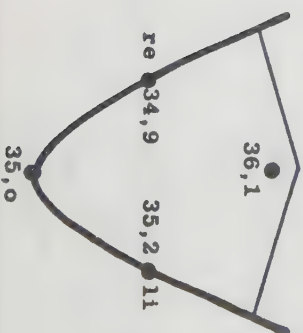
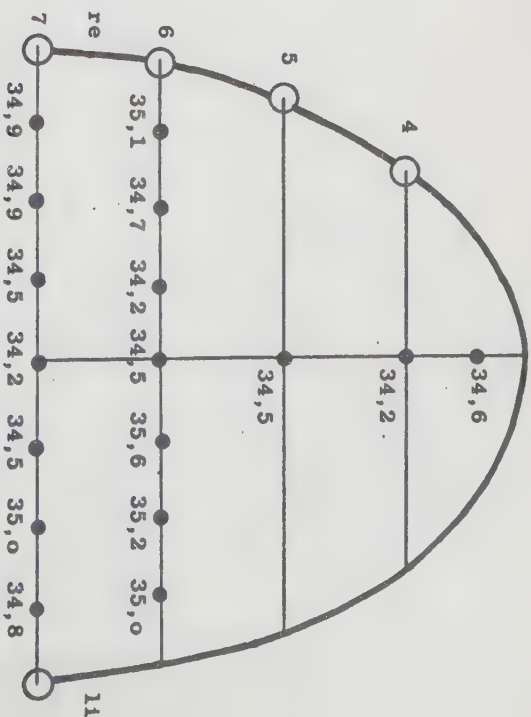
Proband IV : A., M.; ♂ , 25 Jahre.
Ausparung links

	rechts	links
ohne Platte	36,8	37,6
Paladur, dünn, unpoliert	33,4	34,0
Paladur, dick, unpoliert	36,2	35,7
Paladon, dünn, unpoliert	36,4	35,6
Paladon, dick, unpoliert	33,1	35,0
Paladur, dünn, poliert	36,7	36,8
Paladur, dick, poliert	37,5	38,2
Paladon, dünn, poliert	34,0	34,5
Paladon, dick, poliert	33,0	33,5
ohne Platte	34,5	34,6



Proband V : D., Sch. ; 0⁷, 23 Jahre.
 Aussparung links

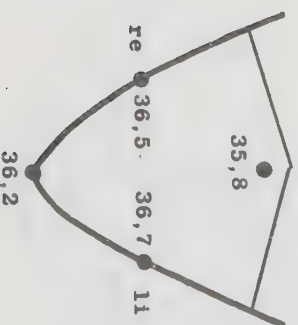
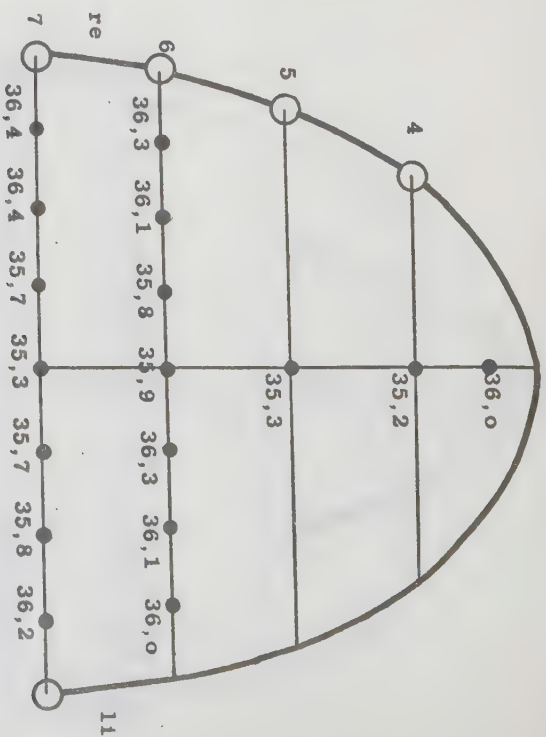
	rechts	links
ohne Platte	35,2	35,7
Paladur, dünn, unpoliert	34,0	33,3
Paladur, dick, unpoliert	35,0	33,4
Paladon, dünn, unpoliert	34,7	34,3
Paladon, dick, unpoliert	37,2	35,3
Paladur, dünn, poliert	34,0	34,4
Paladur, dick, poliert	35,0	34,9
Paladon, dünn, poliert	37,3	37,7
Paladon, dick, poliert	36,2	35,0
ohne Platte	35,2	35,5



Tab. 6

Proband VI : A.G.; ♂, 23 Jahre.
Ausparung rechts

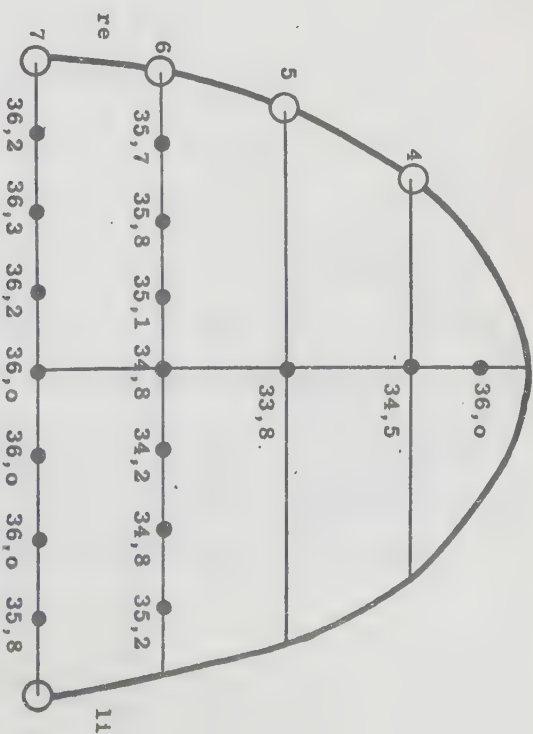
	rechts	links
ohne Platte	37,6	36,2
Paladur, dünn, unpoliert	37,1	36,5
Paladur, dick, unpoliert	38,0	36,0
Paladon, dünn, unpoliert	36,0	36,0
Paladon, dick, unpoliert	37,0	35,8
Paladur, dünn, poliert	33,0	33,7
Paladur, dick, poliert	37,5	37,6
Paladon, dünn, poliert	38,0	37,5
Paladon, dick, poliert	33,9	34,0
ohne Platte	34,6	34,4



Tab. 7

Proband VII : W., Sch.; ♂, 24 Jahre.
 Aussparung rechts

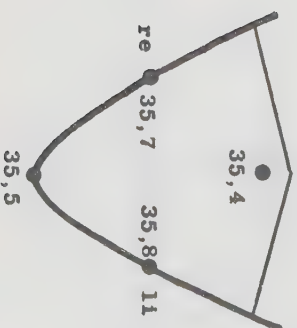
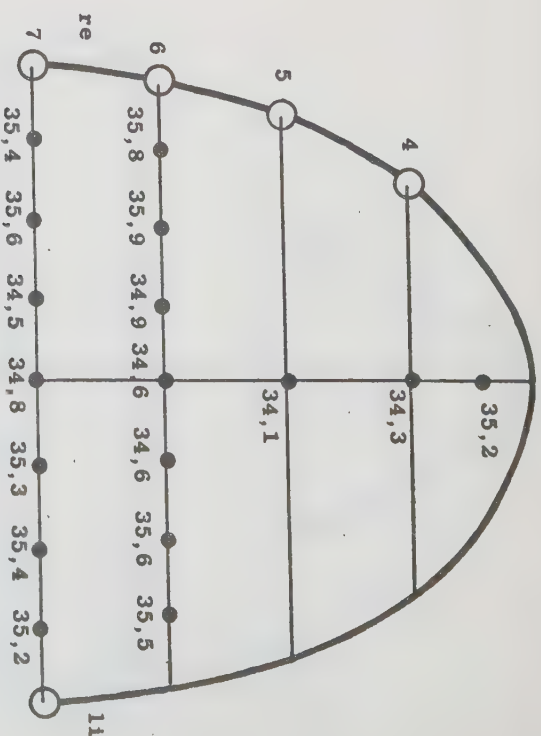
	rechts	links
ohne Platte	35,2	34,6
Paladur, dünn, unpoliert	34,5	36,0
Paladur, dick, unpoliert	35,5	36,2
Paladon, dünn, unpoliert	35,0	35,2
Paladon, dick, unpoliert	33,6	34,0
Paladur, dünn, poliert	35,9	34,9
Paladur, dick, poliert	35,8	36,7
Paladon, dünn, poliert	34,4	35,9
Paladon, dick, poliert	35,5	35,3
ohne Platte	35,8	34,9



Tab. 8

Proband VIII : W., W.; ♂, 23 Jahre.
 Aussparung rechts

	rechts	links
ohne Platte	35,9	36,6
Paladur, dünn, unpoliert	34,5	35,4
Paladur, dick, unpoliert	37,5	36,5
Paladon, dünn, unpoliert	36,9	37,3
Paladon, dick, unpoliert	33,4	34,6
Paladur, dünn, poliert	35,8	34,7
Paladur, dick, poliert	34,4	35,2
Paladon, dünn, poliert	35,2	36,3
Paladon, dick, poliert	34,3	36,8
ohne Platte	34,5	35,3



Tab. 9

e) Statistische Auswertung der Ergebnisse

Um das aus den Versuchsmessungen angefallene Zahlenmaterial zu analysieren und auszuwerten, wurden statistische Methoden angewandt, um zuverlässige Schlußfolgerungen ziehen zu können. Die Hauptaufgabe dieser Arbeit liegt in der Frage: Sind Temperaturunterschiede zwischen dem mit Kunststoff bedeckten und dem unbedeckten Gaumen vorhanden? Wenn ja, sind sie lediglich durch Zufall bedingt oder statistisch gesichert?

Die Varianzanalyse eignet sich zur Auswertung der vorliegenden Meßergebnisse, da sie den Vorteil bietet, mehrere Fragen gleichzeitig in einer Versuchsreihe beantworten zu können, auch bei verschiedenen Einflußfaktoren.

Mit der Varianzanalyse wird geprüft, ob die Mittelwerte der Einflußfaktoren Unterschiede aufweisen, in vorliegendem Falle, ob Unterschiede bestehen zwischen polierten und unpolierten Platten. Als Prüfgröße gilt der sogenannte F-Wert. Man erhält die zur Prüfung der einzelnen Hypothesen korrekten F-Tests aus dem Quotienten der mittleren Abweichungsquadrate der Mittelwerte (MAQ) und dem als Bezugspunkt dienenden mittleren Abweichungsquadrat, das aus der betreffenden Spalte der Tabelle 10, 11, 12, 13 ersichtlich ist. MAQ ergibt sich aus der Summe der Abweichungsquadrate (SAQ) dividiert durch die Anzahl der

Freiheitsgrade (f). Ist F in der vorliegenden Versuchsanordnung $> 12,2$ ($P < 0,01$), so ist ein Unterschied gesichert. Liegt F zwischen 12,2 und 5,6, so gilt der Unterschied als auffällig ($P < 0,05$).

Außerdem erfaßt man mit der Varianzanalyse auch die gegenseitige Beeinflussung der Faktoren. Wenn eine Signifikanz vorliegt, ist eine gegenseitige Wechselwirkung gegeben, das heißt daß Gesamtaussagen nicht generell gelten, sondern daß sich die einzelnen Faktoren in Abhängigkeit voneinander anders verhalten.

α) Bei der statistischen Auswertung der Temperaturwerte unter den Platten wurden nur die Unterschiede zwischen den Temperaturen unter den Platten in Bezug zur freien Gaumenschleimhaut (auf der ausgesparten Seite) berechnet. Die Temperatur ohne Platte wurde nicht berücksichtigt, da nicht nach jeder Messung unter der Platte eine Messung ohne Platte vorausging.

Es liegen bei der Messung unter den Platten fünf Einflußfaktoren vor:

1. Versuchsperson
2. Politur der Platte
3. Kunststoffe verschiedener Art
4. Dicke der Platten
5. Ort der Messung.

Auswertung (s. Tab.10):

Bei der Prüfung der Mittelwerte erhält man eine Signifikanz für den Faktor 1 ($P < 0,01$). Das heißt, daß sich die einzelnen Versuchspersonen verschieden verhalten. Sie reagieren unterschiedlich gegenüber den verschiedenen Kunststoffen, der Politur und der Dicke der Platten. Für die anderen Einflußfaktoren erhält man keinen sicheren Unterschied, das heißt ein Einfluß der Kunststoffplatten generell auf die Temperatur der Gaumenschleimhaut kann nicht nachgewiesen werden.

Bei der Untersuchung der Wechselwirkung ergibt sich eine Signifikanz bei den Variablen 3 und 4 ($P < 0,01$): das bedeutet, daß eine Temperaturänderung von dünnem und dickem Paladur anders ist als bei dünnem und dickem Paladon. Bei dünnem Paladon und dickem Paladur ist die Temperatur höher als unter dünnem Paladur und dickem Paladon.

Aus den Messungen wurden folgende Temperaturmittelwerte errechnet für:

Paladon dünn $36,2^{\circ}\text{C}$,

Paladon dick $35,1^{\circ}\text{C}$,

Paladur dünn $35,4^{\circ}\text{C}$,

Paladur dick $36,4^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturen gelten sowohl für polierte als auch für unpolierte Platten, da sich ja ein Unterschied in der verschiedenen Bearbeitung nicht ergab.

Für die mittlere Gaumentemperatur wurde ein Wert von $35,8^{\circ}\text{C}$ festgestellt (Abb.14).

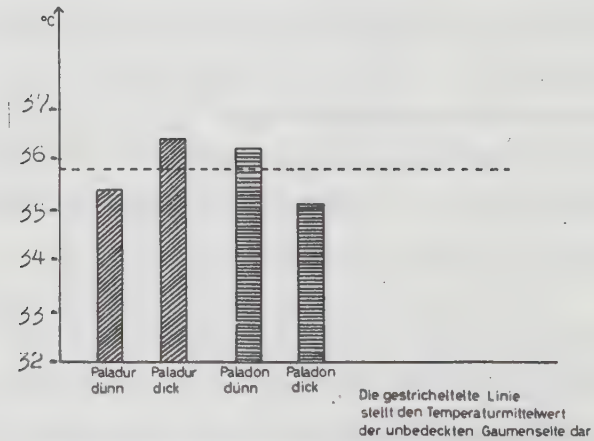


Abb.14. Graphische Darstellung der Auswertung über die Wechselwirkung.

Varianz	f	SAQ	MAQ	F-Test	F-Wert	P
1	7	47,466	6,781	MAQ ₁ /MAQ _R	14,93612	0,01
2	1	0,011	0,011	MAQ ₂ /MAQ ₁₂	0,00628	- - -
3	1	1,488	1,488	MAQ ₃ /MAQ ₁₃	0,37377	- - -
4	1	0,061	0,061	MAQ ₄ /MAQ ₁₄	0,14805	- - -
5	1	1,531	1,531	MAQ ₅ /MAQ ₁₅	0,96168	- - -
12	7	12,250	1,750	MAQ ₁₂ /MAQ _R	3,85462	- - -
13	7	27,868	3,981	MAQ ₁₃ /MAQ _R	8,76872	0,05
14	7	2,882	0,412	MAQ ₁₄ /MAQ _R	0,90748	- - -
15	7	11,147	1,592	MAQ ₁₅ /MAQ _R	3,50660	- - -
23	1	1,015	1,015	MAQ ₂₃ /MAQ ₁₂₃	0,42450	- - -
24	1	0,781	0,781	MAQ ₂₄ /MAQ ₁₂₄	0,18264	- - -
25	1	0,781	0,781	MAQ ₂₅ /MAQ ₁₂₅	1,27823	- - -
34	1	33,415	33,415	MAQ ₃₄ /MAQ ₁₃₄	24,14378	0,01
35	1	0,070	0,070	MAQ ₃₅ /MAQ ₁₃₅	0,22950	- - -
45	1	0,101	0,101	MAQ ₄₅ /MAQ ₁₄₅	0,3437	- - -
123	7	16,736	2,391	MAQ ₁₂₃ /MAQ _R	5,26651	- - -
124	7	29,932	4,276	MAQ ₁₂₄ /MAQ _R	9,41850	0,05
125	7	4,277	0,611	MAQ ₁₂₅ /MAQ _R	1,34581	- - -
134	7	9,688	1,384	MAQ ₁₃₄ /MAQ _R	3,04845	- - -
135	7	2,133	0,305	MAQ ₁₃₅ /MAQ _R	0,67180	- - -
145	7	2,065	0,295	MAQ ₁₄₅ /MAQ _R	0,64977	- - -
234	1	22,580	22,580	MAQ ₂₃₄ /MAQ ₁₂₃₄	4,31240	- - -
235	1	0,138	0,138	MAQ ₂₃₅ /MAQ ₁₂₃₅	0,73015	- - -
245	1	0,720	0,720	MAQ ₂₄₅ /MAQ ₁₂₄₅	3,82978	- - -
345	1	0,300	0,300	MAQ ₃₄₅ /MAQ ₁₃₄₅	1,24481	- - -
1234	7	36,651	5,236	MAQ ₁₂₃₄ /MAQ _R	11,53303	0,05
1235	7	1,321	0,189	MAQ ₁₂₃₅ /MAQ _R	0,41629	- - -
1245	7	1,316	0,188	MAQ ₁₂₄₅ /MAQ _R	0,41409	- - -
1345	7	1,686	0,241	MAQ ₁₃₄₅ /MAQ _R	0,53083	- - -
2345	1	0,525	0,525	MAQ ₂₃₄₅ /MAQ _R	1,15638	- - -
Rest- varianz	7	3,176	0,454			
Gesamt- varianz	127	253,795				

Tab.10. Auswertung der Meßergebnisse unter Kunststoffplatten.

β) Die Auswertung der Meßergebnisse am unbedeckten Gaumen und an der Zunge fanden ebenfalls mit Hilfe der Varianzanalyse statt.

Es wurde zunächst untersucht, ob am Gaumen Temperaturunterschiede an den Meßpunkten der Verbindungslinie 7|7 und 6|6 zu verzeichnen sind (Tab.11). Es liegen hier 3 Einflußfaktoren vor:

Faktor 1: Vergleich zwischen den Meßpunkten der Linien
7|7 und 6|6

Faktor 2: Versuchsperson

Faktor 3: Seitenvergleich der Mittelwerte

Varianz	f	SAQ	MAQ	F-Test	F-Wert	P
1	1	1,53223	1,53223	MAQ ₁ /MAQ ₁₂	2,80220	- - -
2	7	16,31991	2,33142	MAQ ₂ /MAQ _R	34,47316	0,001
3	66	5,74107	0,95685	MAQ ₃ /MAQ ₂₃	10,67912	0,001
12	7	3,80277	0,54325	MAQ ₁₂ /MAQ _R	8,03267	0,001
13	6	0,40964	0,06827	MAQ ₁₃ /MAQ _R	1,00946	- - -
23	42	3,76321	0,08960	MAQ ₂₃ /MAQ _R	1,32485	- - -
Rest- varianz	42	2,84036	0,06763			
Gesamt- varianz	111	34,40920				

Tab.11. Auswertung der Meßergebnisse am unbedeckten Gaumen auf der Verbindungslinie 7|7 und 6|6.

Auswertung: Der Faktor 2 und 3 ist signifikant ($F > 4,7$),
das heißt:

1. Die Temperaturwerte am Gaumen sind nicht bei allen Versuchspersonen einheitlich, sie schwanken verschieden stark.
2. Es ergeben sich Unterschiede beim Vergleich der Mittelwerte 1-7 (s. Abb.15).
3. Da der Faktor 1 nicht signifikant ist, besteht zwischen der Linie 7|7 und 6|6 kein Unterschied. Daraus kann man folgern, daß die Arteria palatina das Gebiet auf der Verbindungslinie 7|7 und 6|6 gleich gut versorgt.

Die durch die Auswertung gewonnenen Mittelwerte sind in Abb.15 wiedergegeben.

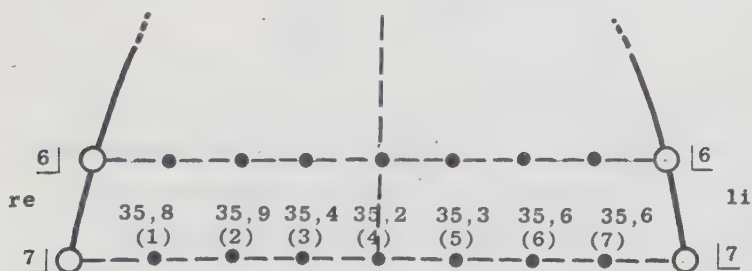


Abb.15. Temperaturmittelwerte von 8 Probanden zwischen der Verbindungslinie 7|7 und 6|6. Die eingeklammerten Zahlen geben die Meßstellen an.

Zur näheren Untersuchung des Faktor 3 wurden orthogonale Vergleiche angewandt. Hierbei wird die Summe der Abweichungsquadrate zerlegt und der Quotient Vergleich/MAQ₂₃ beurteilt, wobei der F-Wert seinerseits nach SCHEFFE (33) beurteilt wird. Beim Vergleich von 7 Mittelwerten muß $F > 6 \times F_{(6,42)} > 6 \times 2,34 = 14,0$ sein. Zuerst wurden die Punkte 1 und 2, 6 und 7 miteinander verglichen:

$$\frac{16}{2} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2 = 0,045;$$

$$0,045 : 0,08960 = 0,50 .$$

=====

$$\frac{16}{2} (\bar{x}_6 - \bar{x}_7)^2 = 0,002816;$$

$$0,002816 : 0,08960 = 0,0314.$$

=====

Es besteht also, da der F-Wert unter 14 liegt, kein Unterschied zwischen den obengenannten Mittelwerten. Ebenso läßt sich ein Unterschied zwischen den Temperaturwerten zwischen rechts und links statistisch nicht sichern:

$$\frac{16}{2} (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 - \bar{x}_6 - \bar{x}_7)^2 = 1,076408;$$

$$1,076408 : 0,08960 = 12,0.$$

=====

Ein Vergleich der Mittelwerte seitlich der Raphe mediana ergibt:

$$\frac{16}{2} (\bar{x}_3 - \bar{x}_5)^2 = 0,011248;$$

$$0,011248 : 0,08960 = 0,125.$$

Beim Vergleich zwischen den Meßpunkten seitlich der Raphe mediana und dem Meßwert an der Raphe selbst erhält man:

$$\frac{16}{2} (\bar{x}_3 + \bar{x}_5 - 2\bar{x}_4)^2 = 0,4537;$$

$$0,4537 : 0,08960 = 5,05.$$

Vergleicht man die Mittelwerte der beiden äußersten rechten und linken Meßpunkte mit denen seitlich und auf der Raphe mediana, so erhält man einen deutlichen Unterschied:

$$\frac{16}{85} (3\bar{x}_1 + 3\bar{x}_2 + 3\bar{x}_6 + 3\bar{x}_7 - 4\bar{x}_3 - 4\bar{x}_4 - 4\bar{x}_5)^2 = 4,151849;$$

$$4,151849 : 0,08960 = 46,3.$$

Die Temperatur liegt also im Bereich der Raphe in Höhe 7|7 und 6|6 niedriger als im lateralen Bereich des harten Gaumens.

Untersucht man die Raphe mediana in sagittaler Richtung auf verschiedene Temperaturwerte, so erhält man nach der Varianzanalyse (Tab.12) eine Signifikanz für den Faktor 1 und 2 ($F > 6,25$), das heißt:

1. Die Temperaturmittelwerte bei den einzelnen Probanden sind unterschiedlich groß.
2. Es ergeben sich Schwankungen der Mittelwerte an den verschiedenen Meßpunkten der Raphe mediana.

Varianz	f	SAQ	MAQ	F-Test	F-Wert	P
1	7	5,64775	0,80682	MAQ_1/MAQ_R	7,46563	0,001
2	4	4,84600	1,21150	MAQ_2/MAQ_R	11,21081	0,001
Rest-varianz	28	3,02600	0,10807			
Gesamt-varianz	39	13,51975				

Faktor 1 : Versuchsperson

Faktor 2 : Raphe mediana

Tab.12. Auswertung der Meßergebnisse an der Raphe mediana.

Die Mittelwerte, welche sich aus der Auswertung ergeben, sind in Abb.16 wiedergegeben.

Orthogonale Vergleiche ergeben zwischen den Meßstellen auf der Linie 4|4 und 5|5, zwischen 6|6 und 7|7 und zwischen

dem Foramen incisivum und 6|6, 7|7 keinen Unterschied
(F muß > 11 sein):

$$\frac{8}{2} (\bar{x}_2 - \bar{x}_3)^2 = 0,05624;$$

$$0,05624 : 0,108714 = \underline{\underline{0,468.}}$$

$$\frac{8}{2} (\bar{x}_4 - \bar{x}_5)^2 = 0,49;$$

$$0,49 : 0,108714 = \underline{\underline{4,53.}}$$

$$\frac{8}{2} (2\bar{x}_1 - \bar{x}_4 - \bar{x}_5)^2 = 0,48;$$

$$0,48 : 0,108714 = \underline{\underline{4,44.}}$$

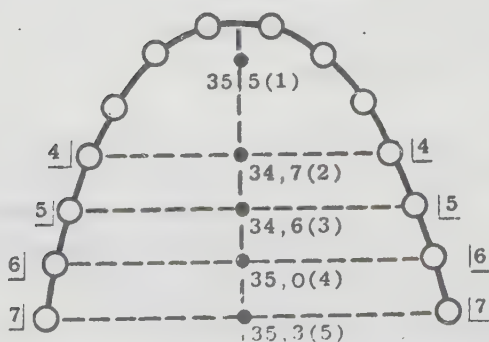


Abb.16. Temperaturmittelwerte von 8 Probanden an der Raphe mediana. Die eingeklammerten Zahlen geben die Meßstellen an.

Eine statistisch gesicherte Differenz ergibt sich zwischen den Mittelwerten an den Meßpunkten auf der Linie 4|4, 5|5 und 6|6, 7|7:

$$\frac{8}{4} (\bar{x}_2 + \bar{x}_3 - \bar{x}_4 - \bar{x}_5)^2 = 2,257812;$$

$$2,257812 : 0,108714 = 23,8.$$

=====

Es ist also im anterioren Bereich (Gegend 4|4, 5|5) auf der Raphe mediana die Temperatur niedriger als im posterioren Bereich. Am Foramen incisivum herrscht etwa wieder dieselbe Temperatur wie in Höhe von 6|6, 7|7.

7) Die Varianzanalyse (Tab.13) ergibt bei den Messungen an der Zunge nur eine Signifikanz für den Faktor 1 ($F > 3,1$), was bedeutet, daß die Mittelwerte bei den verschiedenen Probanden schwanken. Es läßt sich kein Unterschied zwischen den verschiedenen Meßstellen an der Zunge feststellen.

Die aus der Auswertung gewonnenen Mittelwerte sind in Abb.17 aufgezeichnet.

Varianz	f	SAQ	MAQ	F-Test	F-Wert	P
1	7	8,29000	1,18429	MAQ_1/MAQ_R	14,251383	0,001
2	3	0,54000	0,18000	MAQ_2/MAQ_R	2,166064	- - -
Rest-varianz	21	1,74500	0,08310			
Gesamt-varianz	31	10,57500				

Faktor 1 : Versuchsperson

Faktor 2 : Zungentemperatur

Tab.13. Auswertung der Meßergebnisse an der Zunge durch Varianzanalyse.

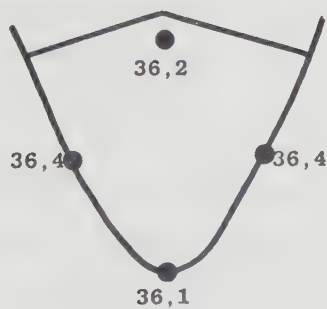


Abb.17. Temperaturmittelwerte von 8 Probanden an der Zunge.

IV. DISKUSSION

Es sei hier zunächst auf die Messungen am unbedeckten Gaumen eingegangen. Die Angaben in der Literatur über die Absolutwerte der Gaumenschleimhaut sind unterschiedlich.

SCHMIDT und KAIRIES (34), die als mittlere Gaumentemperatur $36,4^{\circ}\text{C}$ angeben, weisen darauf hin, daß die Temperatur von den Tonsillen abhängig ist. Sie bezeichnen die Tonsillen als das "Heizkissen des Gaumens", eine Ansicht, die von HERRMANN (16) bestätigt wird. Personen mit hohem Zungenrücken, großen Tonsillen und schmaler Mundwölbung haben nach diesen Autoren eine gute Gaumdurchblutung und damit eine hohe Schleimhauttemperatur.

FRERICH (8) hat eine Gaumentemperatur von $35,3^{\circ}$ bis $35,6^{\circ}\text{C}$ gemessen. VAN THIEL und KLÖTZER (38) geben die Temperatur des Gaumens bei 20- bis 30-jährigen mit $1,39^{\circ}\text{C}$ unter der Körpertemperatur an, was etwa einer Temperatur von 35°C - 36°C entspricht, wenn man für die physiologische Schwankungsbreite der Körpertemperatur $36,4^{\circ}\text{C}$ bis $37,4^{\circ}\text{C}$ einsetzt.

Die in eigenen Untersuchungen ermittelte Gaumentemperatur an der ausgesparten Seite der Kunststoffplatte liegt im Mittel bei $35,8^{\circ}\text{C}$. Hierzu muß noch erwähnt werden, daß die Versuchspersonen VI und VIII tonsillektomiert sind.

Bei eigenen Messungen am Gaumen ohne Kunststoffplatten kann weder zwischen einzelnen Bezirken (z.B. Gegend des Foramen incisivum und der Gegend der Raphe mediana auf Höhe 5|5) noch zwischen beiden Kieferhälften eine Temperaturkongruenz nachgewiesen werden. Die statistische Aussage, daß ein Temperaturunterschied zwischen rechts und links nicht gesichert ist, widerspricht dem nicht. Eine Signifikanz für die rechte oder linke Seite würde nämlich bedeuten, daß generell auf einer bestimmten Seite die Temperatur höher wäre. Die Ansicht von IPSEN (20), daß die Körpertemperatur rechts um $0,6^{\circ}\text{C}$ höher ist, widerspricht eigenen Meßergebnissen. Nach PAPE (25) sollen bei einer physiologischen Schleimhaut die Temperaturen rechts und links gleich sein. Diese Beobachtung kann durch eigene Messungen und auch durch die anderer Autoren (IPSEN, 20; REICHENBACH und HEYMANN, 29; SCHOELER, 35; WILLIAMS, 41) nicht bestätigt werden.

Die hier vorgenommenen Messungen am Gaumen zeigen deutlich, daß in der Gegend des Foramen palatinum majus und des Foramen incisivum, also an Stellen des Gefäßaustrittes, die Temperatur höher liegt als in der Umgebung. Der Mittelwert aller Meßpunkte an der Gaumenschleimhaut beträgt $35,3^{\circ}\text{C}$. Dieser Wert gibt aber ein falsches Bild, wenn man bedenkt, daß ein Unterschied bis $2,5^{\circ}\text{C}$ an der Schleimhaut ein und desselben Probanden ermittelt wurde. Es erscheint daher notwendig, bei thermischen Messungen

der Gaumenschleimhaut immer den exakten Meßpunkt anzugeben.

Ebenso unterschiedlich wie die Angaben über die unbedeckte Gaumenschleimhaut sind auch die Ergebnisse über Temperaturmessungen unter Kunststoffplatten.

WANNENMACHER (40) konnte unter Kunststoffprothesen im Oberkiefer Temperaturen von 37°C - $39,7^{\circ}\text{C}$ feststellen. In einzelnen Fällen lagen die Temperaturen sogar zwischen $39,8^{\circ}\text{C}$ - $40,6^{\circ}\text{C}$; dabei waren die Mucosa-Alterationen allerdings auch sehr auffallend. Er beobachtete, daß der intensive Temperaturanstieg innerhalb der ersten 10 Minuten nach Einsetzen der Prothese bzw. Kunststoffplatte erfolgt und in den folgenden 10 Minuten nur noch Erhöhungen um wenige zehntel Grad eintreten. VIRTANEN und HOLMBERG (39) bestätigen, daß 20 Minuten nach dem Einsetzen der Prothese sich die Temperatur nicht mehr ändert.

VAN THIEL und KLÖTZER (38) haben unter Prothesen wesentlich geringere Temperaturerhöhungen, teilweise auch Abkühlungen, messen können. Nach VAN THIEL und KLÖTZER (38) sind dem Temperaturanstieg der Kieferschleimhaut durch die Körpertemperatur Grenzen gesetzt. Die Gaumenwärme wird zum allergrößten Teil durch den Blutstrom zugeführt, da im Bereich des Gaumens eine direkte Wärmeleitung aus aktiv wärmeproduzierenden Organen nur in sehr bescheidenem Umfange stattfinden kann. Der von HENTZE (14) vorgetragenen Meinung einer auf Hyperämie beruhenden Tem-

peraturerhöhung unter Prothesen entgegen VAN THIEL und KLÖTZER (38), daß aktive und passive Hyperämie nicht unbedingt auch erhöhte Temperaturen zur Folge haben müssen.

VIRTANEN und HOLMBERG (39) stellten fest, daß die Temperatur unter Kunststoff- und Metallprothesen sich nur der Sublingualtemperatur nähert, diese aber nicht überschreitet.

VAN THIEL, KLÖTZER (38) und WANNENMACHER (40) haben die Messungen bei Prothesenträgern durchgeführt. Die Prothesen waren wahrscheinlich verschieden dick und haben auch wohl aus verschiedenen Kunststoff-Materialien bestanden. Die eigenen Untersuchungen wurden systematisch mit dünnen und dicken Platten, nach verschiedenen Kunststoffen getrennt, mit genau profilierten (unpolierten) und nivellierten (polierten) Platten und im Vergleich von bedeckter zu unbedeckter Gaumenseite vorgenommen.

Da die Schleimhauttemperatur von vielen Faktoren beeinflusst werden kann, sollte man den Absolutwerten, die großen Schwankungen unterliegen, nicht so großen Wert beimessen, sondern vielmehr den Differenzwerten zwischen bedeckter und unbedeckter Seite größere Beachtung schenken. Die im Mund eingeschlossene Luft, die ECKSTRÖM (5) mit $35,4^{\circ}\text{C}$ angibt, liegt unter der Wärme des Gaumens und könnte somit die Messungen beeinflussend die Temperaturwerte verfälschen, indem die offene Seite der Prothese gegenüber der geschlossenen abkühlen kann. Es kann somit

eine Temperaturerhöhung auf der bedeckten Seite vorge-
täuscht werden. Diese Erscheinung müßte aber unter allen
Platten auftreten. Da dies nicht der Fall ist, darf man
eine vermeintliche Temperaturerhöhung auf diese Weise aus-
schließen. Es ergab sich unter Paladur dick und Paladon
dünn eine Temperaturerhöhung (s. Abb.14). Die Absolutwer-
te von $36,4^{\circ}\text{C}$ bzw. $36,2^{\circ}\text{C}$ liegen nicht über der Körper-
temperatur. Man kann also nur von einer Temperaturerhöhung,
nicht von einer Wärmestauung, reden.

Man versucht im allgemeinen die Temperaturerhöhung
damit zu erklären, daß der Kunststoff ein schlechter Wär-
meleiter ist. STÜBEN (36) ermittelte die Leitfähigkeit für:

$$\text{Paladur: } 0,61 (\pm 0,10) \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{grad}} \quad \text{und}$$

$$\text{Paladon: } 0,39 (\pm 0,05) \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{grad}} .$$

Hiernach ist Paladon ein schlechterer Wärmeleiter als Pala-
dur. Man sollte also erwarten, daß unter Paladon dick die
Temperatur am höchsten und unter Paladur dünn am niedrig-
sten ist. Für die Tatsache aber, daß unter Paladon dick
die Temperatur niedriger ist als unter anderen Platten,
fehlt eine logische Erklärung. Der Wärmeleitfähigkeit darf
man wahrscheinlich auch nicht eine so große Bedeutung bei-
messen. Versuche von VIRTANEN und HOLMBERG (39) haben zwi-
schen Kunststoff- und Metallprothesen praktisch keinen
Temperaturunterschied ergeben, obwohl die Wärmeleitfähig-

keit von Metall um einige Zehnerpotenzen ($115 \cdot 10^{-3}$) höher liegt.

Der Grund für eine Temperaturerhöhung könnte eine Verletzung der Schleimhaut mit dem Thermoelement sein. Nach FRERICH (8) ist die Temperatur immer an der zuletzt gemessenen Stelle höher, da seiner Meinung nach der mechanische Reiz des Meßinstrumentes eine Auslösung eines Gefäßreflexes und damit eine vermehrte Durchblutung bedingt. Diese Faktoren können aber durch die Variation der Reihenfolge der getragenen Platten ausgeschlossen werden.

Nach WANNENMACHER (40) kommt es vor allem bei vasolabilen Patienten zu einer Temperaturerhöhung. Dies gibt aber auch keine Erklärung dafür, daß unter bestimmten Platten die Temperatur steigt, unter anderen dagegen niedriger liegt.

Ein Unterschied in der Auswirkung auf die Temperatur zwischen polierten und unpolierten Platten ließ sich nicht nachweisen. Theoretisch könnte man erwarten, daß unter polierten Platten die Temperatur niedriger liegt als unter unpolierten, da durch die Politur die Platten der Schleimhaut nicht mehr exakt anliegen und dadurch ein dickerer Speichelfilm und eine Luftschicht entstehen können, die bei einer eventuellen Temperaturerhöhung die Wärme an die Umgebung ableiten.

Für die Erniedrigung der Temperatur unter Prothesen gibt VAN THIEL (38) als mögliche Erklärung an, daß dem Gaumen eventuell durch die Zunge Wärme zugeführt wird und die isolierende Kunststoffplatte den Wärmeaustausch behindert. Diese Theorie geht von der Tatsache aus, daß die Temperatur der Zunge über der des Gaumens liegt; dies zeigen auch eigene Meßwerte, die annähernd mit denen von HARDT (11) und ECKSTRÖM (5) übereinstimmen. Bei den hier durchgeführten Messungen wurde die Zunge stets durch das Thermoelement abgehalten, so daß sie keinen Kontakt zum Gaumen hatte. Eine durch die Zunge bedingte höhere Temperatur des von der Platte unbedeckten Gaumens, die nur einige zehntel Grad betragen kann, müßte während der Meßdauer von 5 Minuten abgeklungen sein. Nach der Theorie von VAN THIEL und KLÖTZER (38) hätte man nun gleiche Temperaturen an beiden Gaumenseiten messen müssen. Stattdessen waren sie unter der mit der Platte bedeckten Seite manchmal niedriger als an der freiliegenden Seite. Da auch eine statistisch gesicherte Signifikanz zwischen den Temperaturwerten der bedeckten und der unbedeckten Gaumenschleimhaut in den vorgeschilderten Versuchen nicht ermittelt werden konnte - das heißt, daß die in den Tabellen 2 - 9 wiedergegebenen Werte ebenso an der durch eine Kunststoffplatte abgedeckten Gaumen-

schleimhaut hätten gemessen werden können - lassen die vorliegenden Meßergebnisse und ihre statistische Auswertung nur die Aussage zu, daß die Temperaturen der Gaumenschleimhaut unter Kunststoffplatten nicht mit Sicherheit von denen der Zunge beeinflußt werden.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Unterschiedliche Angaben über die Temperaturverhältnisse der Gaumenschleimhaut und über Wärmestauungen durch Prothesen führten zur Überprüfung des Problems. In der Literatur finden sich Hinweise sowohl für Wärmestauung und Temperaturerhöhung als auch für Temperaturerniedrigung unter Prothesen.

Es werden in der vorliegenden Arbeit zunächst diejenigen Faktoren - dazu zählt auch die Wärmestauung - aufgeführt, die zu pathologischen Veränderungen unter der Prothese führen können und unter dem Namen "Prothesenstomatitis" zusammengefaßt werden. Eine Schilderung des Wärmehaushaltes und der Hauttemperaturverhältnisse zeigt die Problematik der Temperaturmessung an der Hautoberfläche. Es wird auf die besonderen anatomischen Verhältnisse in der Mundhöhle hingewiesen, die bei den Messungen berücksichtigt werden müssen, um Fehlerquellen zu vermeiden.

Die zur Messung hergestellten Kunststoffplatten hatten einige gemeinsame Konstruktionsmerkmale: Bei allen Probanden, die ein voll bezahntes Gebiß besaßen, bedeckten die Platten die Gaumenschleimhaut bis zur AH-Linie und reichten bis zum Äquator der Zähne. Die Platten waren auf der einen Seite im Durchmesser des Thermoelementes,

mit dem die Messungen durchgeführt wurden, perforiert; die korrespondierende Seite der Platte hatte eine großflächige Aussparung von mehreren Quadratzentimetern, um an dieser Stelle die Temperatur der unbedeckten Gaumenschleimhaut vergleichend messen zu können. Jeder der 8 Probanden trug 8 verschiedene Gaumenplatten: Die Platten waren aus verschiedenen Kunststoffen (Paladur, Paladon), von unterschiedlicher Dicke (dünn = 1,2 - 1,5 mm; dick = 2,4 - 2,6 mm) und auf der der Gaumenschleimhaut anliegenden Seite in einem Falle poliert und im anderen unpoliert.

Die Vergleichsmessungen an der unbedeckten und an der durch unterschiedliche Kunststoffplatten bedeckten Schleimhaut erlauben nach statistischer Auswertung der Meßergebnisse folgende Feststellungen:

1. Die Temperaturen der Gaumenschleimhaut sind auch bei ein und demselben Probanden physiologischen Schwankungen unterworfen. An Stellen des Gefäßaustrittes liegt die Temperatur höher als an der übrigen Gaumenschleimhaut; der Unterschied kann bis zu $2,5^{\circ}\text{C}$ betragen. Diese Feststellung kann diagnostisch bedeutungsvoll sein, insofern als bei Verdacht auf eine mögliche Wärmestauung durch Prothesen die Temperatur der unbedeckten Schleimhaut des Gaumens an verschiedenen Stellen gemessen und mit der unter der Prothese ermittelten verglichen werden muß.

2. Bei Prüfung der Mittelwerte durch die Varianzanalyse kann ein genereller Einfluß der verschiedenen dimensionierten und aus verschiedenen Materialien hergestellten Kunststoffplatten auf die Temperatur der Gaumenschleimhaut nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Ebenso zeigt sich kein Unterschied zwischen polierten und unpolierten Platten. Es ergibt sich lediglich eine Signifikanz für die Versuchspersonen. Dies bedeutet, daß die einzelnen Probanden unterschiedlich gegenüber den verschiedenen Platten reagieren.

3. Bei Prüfung der Wechselwirkung führen statistisch signifikant dünne Paladon- und dicke Paladur-Platten zu Temperaturerhöhungen, dicke Paladon- und dünne Paladur-Platten dagegen zu Temperaturerniedrigungen an der Gaumenschleimhaut. Eine Ursache für diese Ergebnisse, die theoretischen Vorstellungen widersprechen, wurde nicht gefunden. Weder die verschiedene Wärmeleitfähigkeit der Kunststoffe, noch die Ansicht, daß die Temperatur der Gaumenschleimhaut von der Zunge bestimmt wird, führen zu einer Erklärung der Meßergebnisse.

Abschließende Untersuchungen sollen zeigen, ob zwischen der Gaumen- und der Zungentemperatur eine Beziehung besteht. Die Messungen an der Zunge ergeben, daß die Temperatur über der des Gaumens liegt. Es kann aber nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, daß die Temperatur der Gaumenschleimhaut von der Zunge beeinflußt wird.

VI. SCHRIFTTUM

1. BÄRENSPRUNG, H. Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse des Menschen im gesunden und kranken Zustand.
Arch.Anat., Anat.Abt. 287 f. (1852)
2. COBET, R. Die Hauttemperatur des Menschen.
Erg.Physiol. 25, 439-516 (1926)
3. DAVY, J. zit. nach ROSENTHAL, J.: Die Physiologie der tierischen Wärme.
Handbuch der Physiologie IV, 2;
386-502 (1882)
4. DOLDER, E. Zur Psychologie des Zahnverlustes und des Zahnersatzes.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 11, 469-477 (1956)
5. ECKSTRÖM, J. Die Temperaturverhältnisse im Mund.
Odont.Bl., Berlin 6, 247-250 (1901/1902)
6. FISCHER, L. Die Schleimhäute bei der vasoneurotischen Diathese. Stuttgart 1931
7. FRAHM, P. Das Verhalten der zahnhalbnahen Zahnfleischtemperatur nach Kältereizen.
Med.Inaug.Diss. Kiel 1953
8. FRERICH, P. Die Temperatur der Mundschleimhaut und ihre Veränderung bei pathologischen Prozessen.
Med.Inaug.Diss. Bonn 1956
9. GÄRTNER, G. Eine einfache Methode der Hauttemperaturmessung.
Münch.med.Wschr. 52, 1885-1887 (1905)

10. GIGER, E. Untersuchungen über die unterschiedliche Kompressibilität der Schleimhaut des harten Gaumens und ihre Bedeutung für die Abdrucknahme.
Med.Inaug.Diss. Basel 1937
11. HARDT, E. Temperaturmessungen an der Zunge.
Med.Inaug.Diss. Mainz 1952
12. HEIDENWOLF, H. Wirkungsweise und Anwendung des neuen Hautthermometers System Heidenwolf.
Wetter u. Leben, Wien, 1, 39-44 (1948)
13. HENSEL, H. Sinnesempfindung in der Mundhöhle.
Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde,
Bd.1, 447-466; München/Berlin 1955
14. HENTZE, A. Die Entzündungen der Mundschleimhaut.
Fortschr.Zahnhk. 2, 600-633 (1926)
15. HERRMANN, H. Reaktive Veränderungen der Kieferschleimhaut unter Zahnersatz.
Zahnärztl.Rdsch., Berlin 69, 319-324
(1960)
16. HERRMANN, M. Temperaturverhältnisse an der Mundschleimhaut, der Zunge und den Zähnen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 8, 539-543
(1953)
17. ILLIG, L. Grundsätzliches über Bau, Funktion und Störungen der terminalen Strombahn.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 19, 165-177
(1953)
18. JACOBY, H. Periphere Durchblutungskrankheiten im Spiegel der Mikrozirkulation.
Köln 1966

19. JUNG, F. u.
HUPFAUF, L. Reaktionsvermögen des Mundhöhlengewe-
bes auf exogene Faktoren mit klini-
schen Hinweisen und therapeutischen
Vorschlägen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 16, 615-624 (1961)
20. IPSEN, J. Hauttemperaturen.
Leipzig 1936
21. LANGER, H. Die Prothesenintoleranz der Mundschleim-
haut.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 15, 849-852 (1960)
22. NOSSEK, H. Zu den Grundlagen und der Problematik
der exakten Temperaturmessung des Zahn-
fleisches.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 17, 388-395 (1962)
23. NÜCKEL, H. Hautthermometrie: Geräte, Methodik und
Indikationen.
Subsidia med., Wien 3, 61-75 (1951)
24. NYQUIST, G. A study of denture sore mouth.
Stockholm 1952
25. PAPE, K. Über Haut- und Schleimhauttemperaturen
im Bereich der Kiefer.
Dtsch.Stomat. 3, 138-142 (1953)
26. PERNKOPF, E. Topographische und praktische Anatomie
des Mundhöhlenbereiches.
Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde,
Bd.1, 1-168; München/Berlin 1953
27. PFLEIDERER, H.u.
BÜTTNER, K. Die physiologischen und physikalischen
Grundlagen der Hautthermometrie (mit
Anhang über weitere physiologische
Temperaturmessungen).
Leipzig 1935

28. RATSCHOW, M. Die Mundschleimhaut als Spiegel innerer Krankheiten.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 9, 74-81 (1954)
29. REICHENBACH, H. u. Untersuchungen über die Wirkungen klimatischer Faktoren auf den Menschen.
HEYMANN, B. Zschr.Hyg., Leipzig, 57, 1-22 (1907)
30. REIN, H. Einführung in die Physiologie des Menschen; 153, Berlin 1940
31. REIN, H. u. Einführung in die Physiologie des Menschen; 226-233, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1964
SCHNEIDER, M.
32. REITHER, W. Prothesenstomatitis - auch ein ärztliches Problem.
Münch.med.Wschr. 101, 606-617 (1959)
- Prothesen-Stomatopathie als Symptom für Allgemein-Erkrankungen.
Zahnärztl.Praxis, Berlin 17, 37 f. (1966)
33. SCHEFFE, H. The Analysis of Variance.
New York 1959
34. SCHMIDT, P. u. Über die Entstehung von Erkältungskatarrhen und eine Methode zur Bestimmung der Schleimhaut-Temperaturen.
KAIRIES, A. Jena 1932
35. SCHOELER, H. Über Thermographie.
Med.Welt 17, 1710-1716 (1966)
36. STÜBEN, J. Experimentelle Untersuchungen über die Wärmeleitfähigkeit der Zahnhartsubstanz sowie verschiedener zahnärztlicher Werkstoffe.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 17, 25-31 (1962)

37. UHLIG, H. Erscheinungsbild, Ursachen und Behandlung der sog. Prothesenstomatitis. Dtsch.Zahnärzte Kalender 16, 83-93 (1957)
38. VAN THIEL, H. u. Zur sogenannten Wärmestauung unter Kunststoffprothesen. Dtsch.zahnärztl.Zschr. 17, 113-119 (1962)
39. VIRTANEN, K. u. Temperatures of the Mucosa Underlying complete Maxillary Denture. Suom.Hammaslääk.-seur.toim. 63, 212-218 (1967)
40. WANNENMACHER, E. Die Prothese als schädigender Faktor durch Reizwirkung auf die Schleimhaut. Dtsch.zahnärztl.Zschr. 9, 89-104 (1954)
41. WILLIAMS, K.L. Medizinische Thermographie. Documenta Geigy, 5 f. (1965)
42. ZWEIFACH, B.W. u. Topography and function of mesenteric capillary circulation. Am.J.Anat. 75, 173-205 (1944)

Herrn Privatdozent Dr. K. FUHR möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die gewährte Unterstützung herzlich danken.

Herrn Dr. J. DUDECK (Institut für Med. Statistik und Dokumentation) danke ich für die freundliche Hilfe bei der Auswertung des statistischen Teiles der Arbeit.

Herrn Professor Dr. F. JUNG danke ich für die Übernahme des Korreferates.

LEBENS LAUF

Am 19.2.1942 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Dr. Hans Jung und dessen Ehefrau Johanna, geborene Anspach, in Ludwigshafen/Rh. geboren. Nach 5-jährigem Besuch der Volksschule in Seebach bei Bad Dürkheim und in Ludwigshafen/Rh. trat ich 1953 in das humanistische Gymnasium in Ludwigshafen ein. 1962 legte ich das naturwissenschaftliche Abitur im Kurpfalzgymnasium zu Mannheim ab und immatrikulierte mich an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz für das Fach Zahnheilkunde. Hier bestand ich 1964 das Physikum und 1968 das zahnärztliche Staatsexamen. Vom 1.2.1968 bis 14.4.1968 war ich als Assistent in der väterlichen Praxis. Seit 15.4.1968 bin ich in der prothetischen Abteilung der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Homburg/Saar tätig.

